

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

**2D** : bidimensionnel

**ACC** : american college of cardiology

**AHA** : américain heart association

**BPM** : battements par minute

**CD** : coronaire droite

**CHU** : centre hospitalier universitaire

**Cx** : circonflexe

**ECG** : Électrocardiogramme

**EE** : Électrocardiogramme d'effort

**EEP** : Exploration Electro-Physiologique

**ESC**: Européan Society of Cardiology

**ESV**: ExtraSystole Ventriculaire

**EVA** : Échelle Visuelle Analogiquej

**FC** : Fréquence Cardiaque

**FEVG** : Fraction d'Éjection du Ventricule Gauche

**FMT** : Fréquence Maximale Théorique

**IDM** : Infarctus du myocarde

**IRM** : Imagerie par Résonance Magnétique

**IVA** : Inter-Ventriculaire Antérieure

**IVP** : Interventriculaire postérieure

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

**Mets** : Équivalent métabolique

**mg** : milligramme

**min** : minute

**mm** : millimètre

**mmHg** : millimètre de mercure

**OD** : Oreillette Droite

**OG** : Oreillette Gauche

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**PPT** : Probabilité Pré-Test

**PPVG** : Paroi Postérieure du Ventricule Gauche

**ROC** : Receiver Operating Characteristics ou Caractéristique de performance ou courbe sensibilité/spécificité

**RVG** : Rétro-Ventriculaire gauche

**SCA** : Syndrome Coronarien Aigu

**SIV** : Septum Inter-Ventriculaire

**TC** : tronc commun

**TIMI**: Thrombolysis in Myocardial Infarction Trial

**TM** : Temps- Mouvement

**TSMP** : Tomo-Scintigraphie Myocardique de Perfusion

**ug** : microgramme

**VD** : Ventricule Droit

**VG** : Ventricule Gauche

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> Artères coronaires .....	6
<b>Figure 2:</b> Artère coronaire gauche .....	7
<b>Figure 3:</b> Artère coronaire droite.....	7
<b>Figure 4:</b> Cascade ischémique.....	9
<b>Figure 5:</b> Incidences du réseau coronaire droit .....	13
<b>Figure 6:</b> Incidences du réseau coronaire gauche.....	14
<b>Figure 7:</b> Bicyclette ergométrique sur table basculante .....	21
<b>Figure 8:</b> Emplacement des électrodes en fonction des repères échocardiographiques.....	23
<b>Figure 9:</b> Coupes échocardiographiques classiques au cours de l'échocardiographie de stress.....	25
<b>Figure 10:</b> Vues échocardiographiques .....	26
<b>Figure 11:</b> Boucle de 4 images systolo-diastoliques au repos, à faible charge et au pic de l'effort.....	30
<b>Figure 12:</b> Distribution de la vascularisation coronaire selon les segments myocardiques.....	31
<b>Figure 13:</b> Protocole de perfusion de la dobutamine lors d'une échocardiographie de stress .....	35
<b>Figure 14:</b> Salle d'angiographie « INNOVA 3100 GE» de l'unité de cardiologie interventionnelle au service de cardiologie du CHU Aristide Le Dantec – Dakar .....	41
<b>Figure 15:</b> Quelques exemples du matériel utilisé en salle d'angiographie de l'unité de cardiologie interventionnelle au CHU Aristide Le Dantec – Dakar...	42
<b>Figure 16:</b> Salle d'échocardiographie et de tests d'effort .....	45
<b>Figure 17:</b> Échocardiographe de marque Général Électrique (GE) vivid E9 ....	46
<b>Figure 18:</b> Bicyclette ergométrique de marque Général Electric (GE).....	47
<b>Figure 19 :</b> Emplacement des électrodes avant réalisation de l'examen.....	50

<b>Figure 20:</b> Fenêtre apicale, coupe 4 cavités .....	51
<b>Figure 21:</b> Fenêtre apicale, coupe 3 cavités .....	52
<b>Figure 22:</b> Fenêtre apicale, coupe 2 cavités .....	53
<b>Figure 23:</b> Segmentation du ventricule gauche en coupe petit axe .....	54
<b>Figure 24:</b> Répartition selon les tranches d'âge .....	60
<b>Figure 25:</b> Répartition selon le sexe .....	60
<b>Figure 26:</b> Répartition des patients selon les facteurs de risque cardio-vasculaire .....	61
<b>Figure 27:</b> Répartition des patients selon la présentation clinique.....	62
<b>Figure 28:</b> Répartition des patients selon les probabilités pré-test.....	62
<b>Figure 29:</b> Répartition des patients selon les résultats de l'ECG de repos .....	63
<b>Figure 30:</b> Répartition des patients selon les résultats de l'échocardiographie de repos .....	64
<b>Figure 31:</b> Répartition des patients selon la durée de l'effort .....	64
<b>Figure 32:</b> Validité du test selon la charge atteinte en Mets .....	66
<b>Figure 33:</b> Répartition des patients selon le pallier maximal atteint.....	67
<b>Figure 34:</b> Répartition des patients selon le motif d'arrêt de l'effort.....	67
<b>Figure 35:</b> Répartition des patients selon le résultat final du test .....	68
<b>Figure 36:</b> Tachycardie ventriculaire non soutenue à une charge de 50 watts ..	70

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau I:</b> Classification modifiée des lésions coronaires de l'ACC/ AHA ....	16
<b>Tableau II:</b> Classification du flux coronaire selon TIMI.....	17
<b>Tableau III:</b> Faisabilité des échocardiographies d'effort.....	18
<b>Tableau IV:</b> Probabilité prétest de la maladie coronaire selon l'âge et le sexe .	33
<b>Tableau V:</b> Performances de l'échographie de stress .....	34
<b>Tableau VI:</b> Activités du service.....	44
<b>Tableau VII:</b> Validité et résultat final du test selon le pourcentage de FMT atteint .....	65
<b>Tableau VIII:</b> Répartition des patients reçus pour test ischémique selon les résultats de la coronarographie.....	69

## TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>PREMIÈRE PARTIE : REVUE DE LA LITTÉRATURE</b> .....	4
1. GENERALITES SUR LA MALADIE CORONAIRE .....	5
1-1. Épidémiologie .....	5
1-2. Anatomie : la vascularisation artérielle du cœur.....	5
1-2-1. Artère coronaire gauche.....	6
1-2-2. Artère coronaire droite.....	7
1-3. Physiopathologie de l'ischémie myocardique : la cascade ischémique.....	8
2- DIAGNOSTIC DE LA MALADIE CORONAIRE STABLE.....	9
2-1. Clinique.....	9
2-2. Examens paracliniques.....	10
2-2-1. ECG de repos.....	10
2-2-2. ECG d'effort .....	11
2-2-3. La tomoscintigraphie myocardique de perfusion .....	12
2-2-4. L'échocardiographie de stress .....	12
2-2-5. La coronarographie.....	12
3- ÉCHOCARDIOGRAPHIE DE STRESS : ETAT DES CONNAISSANCES .....	17
3-1. Échocardiographie d'effort .....	17
3-1-1. Historique .....	17
3-1-2. Bases physiologiques .....	18
3-1-3. Modalités de l'échocardiographie d'effort .....	19
3-1-3-1. Échocardiographie d'effort sur tapis roulant.....	19
3-1-3-2. Échocardiographie d'effort sur bicyclette ergométrique.....	20
3-1-4. Réalisation pratique de l'examen .....	22
3-1-4-1. Équipe médicale et paramédicale.....	22
3-1-4-2. Déroulement de l'examen .....	23
3-1-5. Interprétation .....	27
3-1-5-1. Caractérisation de la cinétique pariétale.....	28
3-1-5-2. Réponse pariétale au stress.....	29
3-1-5-3. Localisation des lésions artérielles coronaires .....	30
3-1-6. Contre-indications .....	31
3-1-7. Performances diagnostiques .....	32

3-2. Autres modalités de stress.....	34
3-2-1. Stress pharmacologique.....	34
3-2-1-2. Dobutamine.....	34
3-2-1-3. Vasodilatateurs.....	35
3-2-2. Test de stress par pacing.....	36
3-3. Innovations récentes et futures.....	36
3-3-1. Strain et strain rate appliquées à l'échocardiographie de stress.....	36
3-3-2. Échocardiographie tridimensionnelle.....	36
3-3-3. Imagerie de contraste par perfusion myocardique.....	37
<b>DEUXIEME PARTIE : NOTRE ÉTUDE</b> .....	<b>38</b>
1-PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE.....	39
1-1. Cadre de l'étude.....	39
1-1-1. Locaux et équipements du service.....	39
1-1-1-1. Unité d'accueil et de consultation.....	39
1-1-1-2. Unité d'hospitalisation.....	39
1-1-1-3. Unité d'exploration paraclinique.....	39
1-1-1-4. Unité d'explorations invasives.....	40
1-1-1-5. Locaux administratifs.....	43
1-1-2. Personnel du service.....	43
1-1-2-1. Personnel médical.....	43
1-1-2-2. Personnel paramédical.....	43
1-1-2-3. Personnel administratif.....	43
1-1-3. Activités du service.....	44
1-2. Personnel et matériel.....	45
1-2-1. Personnel.....	45
1-2-2. Matériel.....	45
1-2-2-1. La salle.....	45
1-2-2-2. Echocardiographe.....	46
1-2-2-3. Bicyclette ergométrique.....	46
1-2-2-4. Moniteur d'ECG.....	47
1-2-2-5. Ordinateur fixe.....	47
1-3. Méthodologie.....	48
1-3-1. Type d'étude.....	48

1-3-2. Période d'étude .....	48
1-3-3. Population d'étude .....	48
1-3-3-1. Critères d'inclusion .....	48
1-3-3-2. Critères de non inclusion.....	48
1-3-4. Procédure de collecte des données.....	48
1-3-4.1. Outils de collecte .....	48
1-3-4.2. Sources de collecte.....	48
1-3-5. Protocole de réalisation de l'examen .....	49
1-3-5-1. Avant le début de l'effort .....	49
1-3-5-2. Au cours de l'effort .....	49
1-1-3-5. Phase de récupération .....	49
1-3-6. Analyse échocardiographique.....	50
1-3-6-1. Segmentation du ventricule gauche.....	50
1-3-6-2. Caractérisation de la cinétique pariétale .....	54
1-3-7. Coronarographies .....	55
1-3-8. Paramètres étudiés .....	55
1-3-9. Analyse statistique .....	58
2- RESULTATS .....	60
2-1. Âge- sexe .....	60
2-2. Facteurs de risque cardio-vasculaire .....	61
2-3. Symptômes.....	61
2-4. Probabilités pré-test .....	62
2-5. Électrocardiogramme et échocardiogramme de repos .....	63
2-6. Durée de l'effort.....	64
2-7. Validité du test selon le pourcentage de la fréquence maximale théorique atteinte .....	65
2-8. Charge atteinte en Mets .....	66
2-9. Pallier maximal atteint .....	66
2-10. Motifs d'arrêt de l'effort .....	67
2-11. Résultats finaux des tests ischémiques .....	68
2-12. Résultats des coronarographies.....	68
2-13. Complications .....	69
3- DISCUSSION .....	72
3-1. Volume d'activité.....	72
3-2. Sexe.....	73

3-3. Facteurs de risque cardio-vasculaires .....	73
3-4. Symptômes.....	73
3-5. Probabilités pré-test .....	74
3-6. Médication avant l'examen.....	75
3-7. Fréquence cardiaque maximale atteinte.....	76
3-8. Durée de l'effort et charge maximale atteinte en Mets.....	76
3-9. Résultats finaux des tests ischémiques .....	77
3-10. Coronarographie dans les tests ischémiques.....	79
3-11. Complications .....	80
<b>CONCLUSION</b> .....	81
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	81

# **INTRODUCTION**

Les maladies coronariennes occupent une place importante au sein des maladies cardio-vasculaires. Elles seraient responsables d'après l'OMS de près de 7 millions de décès par an soit 12,8% de la mortalité globale en 2012 [1]. Pendant longtemps, l'infarctus du myocarde était réputé moins fréquent en Afrique voire même inexistant. En 1991, l'étude CORONAFRIC avait montré une prévalence hospitalière de 3,17% [2]. Cette incidence croit progressivement du fait des moyens diagnostiques plus performants, mais aussi en raison du vieillissement de la population et du changement de mode de vie en zones urbaines, influencé par le développement socio-économique [3,4]. En 2017 l'étude CORONAFRIC 2 retrouvait une incidence de 24% [5].

Les examens non invasifs occupent une place importante dans le diagnostic et l'évaluation de la maladie coronaire. Ceci est encore plus vrai en Afrique subsaharienne où l'accessibilité à la coronarographie est limitée du fait de la rareté des salles de cathétérisme et du coût des interventions. Plusieurs outils non invasifs peuvent être utilisés. On peut citer à côté de l'échocardiographie de stress, le coroscanner, l'IRM, la scintigraphie myocardique. L'avantage de l'échocardiographie de stress est qu'elle fournit une exactitude diagnostique et pronostique similaire à celle obtenue par l'imagerie utilisant des radionucléides, mais à un coût considérablement inférieur, sans impact sur l'environnement et sans aucun risque biologique pour le patient et le médecin [6].

L'utilité de l'échocardiographie associée aux différentes modalités de stress réside dans la possibilité d'analyser la cinétique pariétale et la fonction ventriculaire gauche au repos, puis de détecter les modifications de ces paramètres à l'induction du stress (effort ou pharmacologique) [7].

Parmi les techniques utilisées, l'effort représente le premier choix pour les patients qui sont capables de faire de l'exercice [8]. Sur le plan diagnostique, la sensibilité de l'échocardiographie d'effort est de 80-85%, et sa de spécificité de 80-88% [9]. Outre la valeur diagnostique, la valeur pronostique est aussi importante. D'une part, plus l'étendue de l'ischémie est importante à

l'échographie, plus le pronostic à long terme est défavorable [10]. D'autre part, une étude de la *Mayo Clinic*, portant sur 5798 patients, démontre qu'en l'absence d'ischémie lors de l'échocardiographie d'effort, le pronostic à 3 ans est très bon avec la survenue de peu d'évènements cardiovasculaires [11].

Contrairement à l'occident, les données sur l'échocardiographie de stress en Afrique sont pauvres du fait de la rareté des études sur ce sujet. Au Sénégal, une seule publication a été retrouvée en 2011 par Mbaye et Al, dans laquelle un stress pharmacologique (dobutamine) a été utilisé [12]. À notre connaissance, cette étude est un travail pionnier, aucune étude sur l'échocardiographie d'effort n'a été retrouvée en Afrique de l'ouest.

Aujourd'hui le Sénégal est un des pays en Afrique où l'échocardiographie d'effort fait partie intégrante des moyens disponibles en pratique courante dans la prise en charge de la maladie coronaire. L'utilisation de cette technique dans notre structure date de Décembre 2016.

L'objectif général de cette étude était de rapporter notre première expérience dans la mise en œuvre de cette technique dans le diagnostic de la maladie coronaire stable.

De façon spécifique, il s'agissait de :

- Décrire les caractéristiques épidémiologiques et cliniques des patients ayant bénéficié de l'examen,
- Rapporter les résultats de l'examen dans le diagnostic de la maladie coronaire stable
- Apprécier la faisabilité et la tolérance de l'échocardiographie d'effort,
- Évaluer les performances du test en comparant ses résultats avec ceux des coronarographies.

**PREMIÈRE PARTIE : REVUE  
DE LA LITTÉRATURE**

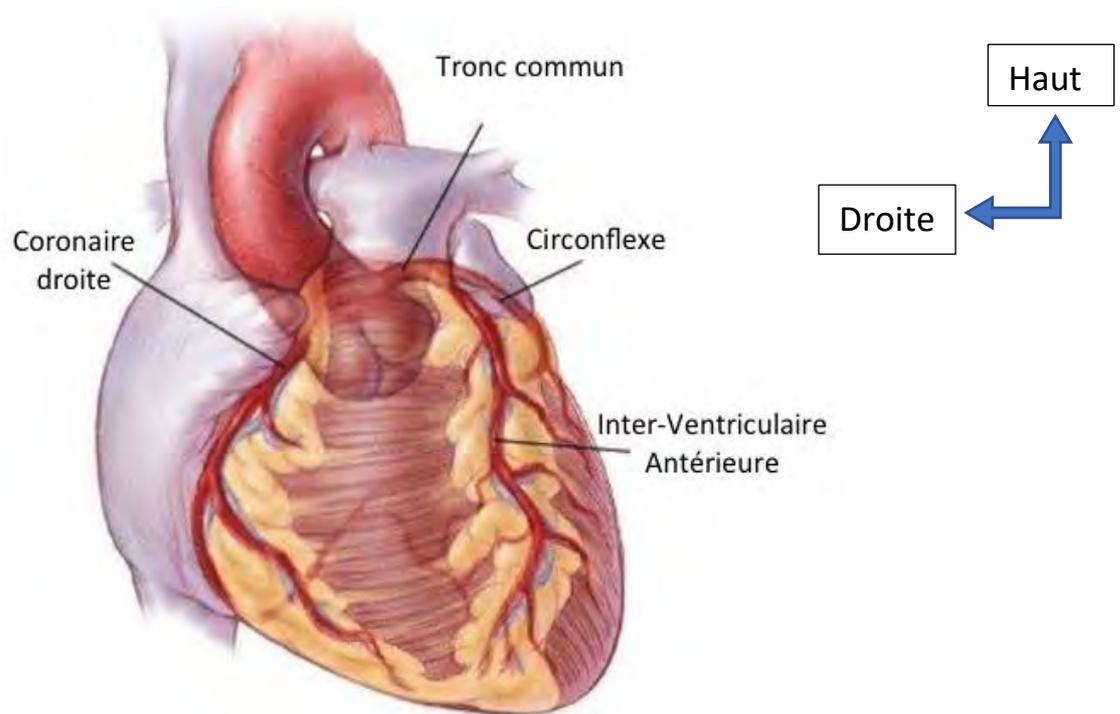
## **1. GENERALITES SUR LA MALADIE CORONAIRE**

### **1-1. Épidémiologie**

Les maladies cardio-vasculaires sont des affections graves qui ont subi des évolutions continues au cours de ces cinquante dernières années. Depuis la seconde guerre mondiale jusqu'aux années 2000, ces affections ont été la première cause de mortalité avec 12,2% de l'ensemble des décès [13]. La maladie artérielle coronaire reste en tête de la mortalité dans les pays développés atteignant presque 50% des décès annuels. En Afrique, où la réalité des maladies cardio-vasculaires est plus que jamais prouvée, nous ne disposons que de peu de données épidémiologiques sur les affections coronariennes. L'étude CORONAFRIC 1 retrouvait une prévalence de la maladie coronaire de 3,17% [2]. Au Sénégal, la prévalence hospitalière des syndromes coronariens aigus est passée de 4,05% en 2006 à 7,61% en 2009 [14]. En 2011, une étude transversale menée à Saint-Louis en population générale retrouvait une prévalence des coronaropathies de 9,9% [15]. En 2017 l'étude CORONAFRIC 2 retrouvait une incidence de 24% [5] pour la pathologie coronaire.

### **1-2. Anatomie : la vascularisation artérielle du cœur**

La vascularisation artérielle est assurée par deux artères coronaires, premières collatérales de l'aorte, qui forment une couronne autour du cœur (**figure 1**). Leurs troncs et leurs branches principales cheminant dans les sillons atrio-ventriculaires et interventriculaires [16]. Ces artères sont susceptibles de subir de nombreuses variations anatomiques, tant au niveau de leur origine qu'au niveau de leurs ramifications.

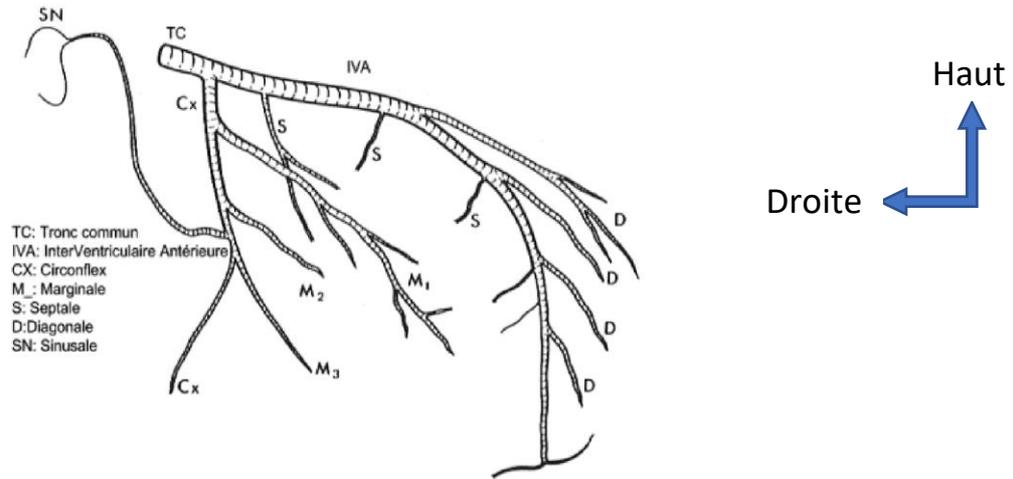


**Figure 1: Artères coronaires [16]**

### **1-2-1. Artère coronaire gauche**

En général, elle est plus grosse que la droite. Elle naît de la partie initiale de l'aorte, immédiatement au-dessus de la valvule semi-lunaire antérieure gauche, dans une partie dilatée : le sinus antéro-gauche de l'aorte. De là, elle chemine transversalement dans le sillon coronaire, passe en arrière de l'artère pulmonaire et sur le flanc gauche de l'artère pulmonaire, et se divise en deux branches terminales (**figure 2**):

- ✚ L'artère inter-ventriculaire antérieure (IVA)
- ✚ L'artère circonflexe

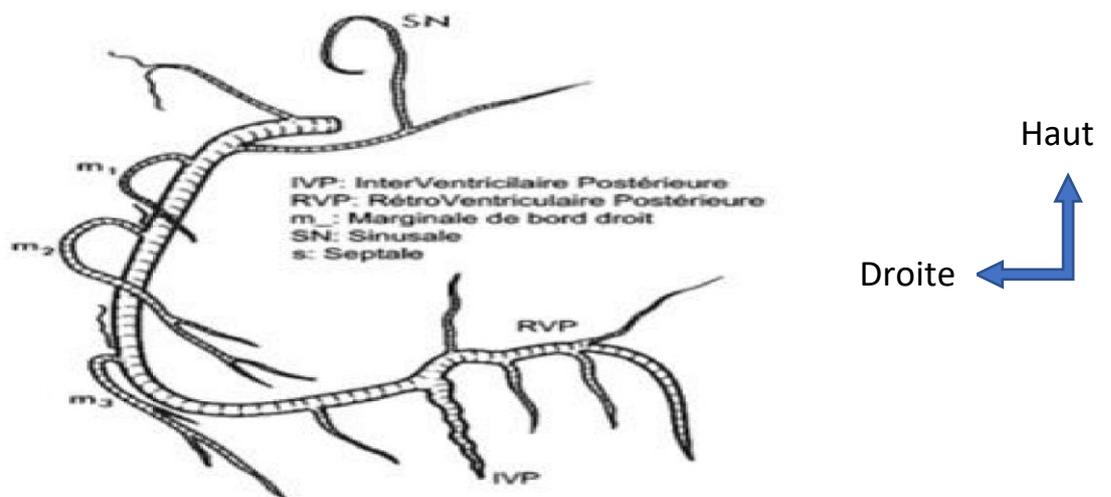


**Figure 2: Artère coronaire gauche [17]**

### 1-2-2. Artère coronaire droite

Elle naît de l'aorte juste au-dessus de la valvule semi-lunaire droite. Son trajet comporte 3 segments à travers les sillons atrio-ventriculaire antérieur et inférieur. Elle se termine juste avant la croix des sillons en se bifurquant en deux branches (**figure 3**):

- ✚ L'artère inter-ventriculaire postérieure
- ✚ L'artère rétro-ventriculaire gauche



**Figure 3: Artère coronaire droite [17]**

### **1-3. Physiopathologie de l'ischémie myocardique : la cascade ischémique**

L'angine de poitrine (angor) résulte toujours d'une inadéquation entre les besoins en oxygène du myocarde et les apports par la circulation coronarienne. La douleur de l'angine de poitrine est donc la conséquence d'une ischémie myocardique.

Il n'est pas possible de considérer l'ischémie myocardique comme un événement débutant lors de la survenue de la crise angineuse, et se terminant lors de la résolution des symptômes.

De nombreuses études morphologiques et hémodynamiques ont établi la séquence temporelle de l'ischémie: la cascade ischémique (**figure 4**). Ces études ont été menées lors de crises angineuses ou d'ischémies provoquées (angioplastie, pacing auriculaire, épreuve d'effort) [18,19].

La chute de la saturation en oxygène mesurée dans le sinus coronaire précède toutes les autres manifestations de l'ischémie. Secondairement surviennent les anomalies de la cinétique ventriculaire. Ces anomalies sont suivies par les anomalies électrocardiographiques et éventuellement par la douleur angineuse. Les dysfonctions ventriculaires persistent au-delà de la résolution de la clinique et de l'électrocardiogramme. Les modifications échographiques peuvent précéder d'une minute les symptômes [20].

L'échographie décèle les troubles de relaxation et de contractilité sans attendre les anomalies électriques ou cliniques [7].

# Cascade ischémique

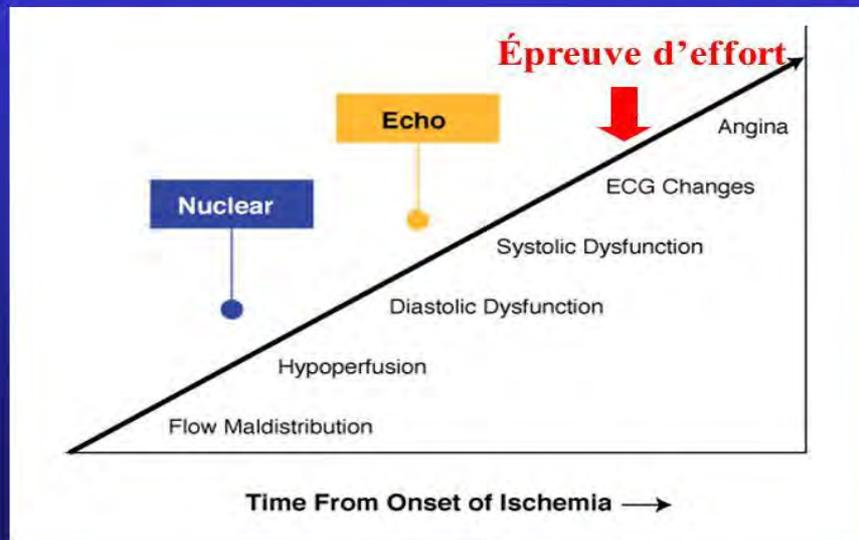


Figure 4: Cascade ischémique [21]

## 2- DIAGNOSTIC DE LA MALADIE CORONAIRE STABLE

### 2-1. Clinique

L'ischémie myocardique peut être silencieuse chez bon nombre de coronariens notamment les diabétiques.

L'interrogatoire est important, toute douleur thoracique n'est pas de l'angor. Il doit tenir compte des caractéristiques de la **douleur** qui est le maître symptôme. Cette douleur est particulière par ses caractères suivants [22].

#### ➤ Localisation :

La douleur intéresse la partie antérieure du thorax dans 96% des cas. Elle est médiane et rétrosternale chez plus de trois quarts des malades ; elle siège volontiers derrière le milieu ou le tiers supérieur du sternum. Le siège est plus rarement atypique : régions latérosternale gauche, scapulaire gauche, inter scapulaire, poignet gauche, épigastrique, maxillaire inférieur, hypochondre droit.

➤ Irradiations :

La douleur peut rester localisée à son siège initial ; souvent elle irradie à une ou deux épaules, au membre supérieur gauche, au cou, au maxillaire inférieur.

D'autres irradiations sont possibles, mais plus rares : irradiations vers l'épigastre ou les hypochondres.

➤ Type :

Le plus souvent la douleur est constrictive donnant lieu à certaines comparaisons : étouffement, écrasement ou serrement. Elle peut être ressentie comme une simple pesanteur, voire une brûlure ou une oppression simulant la dyspnée.

➤ Intensité :

Son intensité est variable : très pénible avec sensation de mort imminente ou simple gêne thoracique. Elle doit être évaluée par échelle analogique visuelle (EVA de 1 à 10).

➤ Facteurs influençant : selon le type de la maladie coronarienne

Elle est déclenchée par un effort ou un équivalent d'effort et calmée par le repos et la trinitrine.

➤ Signes associés

Troubles digestifs (éructations, vomissements, douleurs abdominales), sueurs, pâleur, lipothymie voire syncopes.

L'interrogatoire doit tenir compte de l'âge, du sexe, des facteurs de risque cardiovasculaires associés, pour estimer une probabilité coronarienne clinique plus ou moins élevée en fonction de score.

L'examen physique est en général normal.

## **2-2. Examens paracliniques**

### **2-2-1. ECG de repos**

Il est normal chez un quart à la moitié des patients présentant une insuffisance coronarienne stable [23].

L'ECG de repos reste le test le plus souvent utilisé en routine, chez le coronarien, pour déceler une ischémie myocardique ; cependant sa spécificité et sa sensibilité sont limitées.

Il est peu spécifique car il ne permet pas de différencier avec certitude les signes ischémiques des anomalies secondaires liées à la prise de médicaments ou à la présence de désordres électrolytiques, ou d'une hypertrophie ventriculaire gauche.

Il est peu sensible parce que les zones ischémiques peu étendues et/ou localisées à des territoires électriquement muets, peuvent ne pas entraîner de modifications de la repolarisation.

Cet examen est donc insuffisant pour suivre l'évolution d'une insuffisance coronarienne chronique [24,25].

### **2-2-2. ECG d'effort (EE) dans le diagnostic des patients suspects de coronaropathie**

Avec une sensibilité et une spécificité de 68 et 77 %, dans une large méta-analyse regroupant 147 études et plus de 24 000 patients [26], il paraît impossible de lui accorder la place qui était la sienne dans les recommandations de 1997, à savoir (en classe I) dans la recherche de coronaropathie chez les patients à probabilité intermédiaire de maladie coronaire.

Il est souvent admis que l'EE garde son intérêt en cas de forte ou basse probabilité pré-test de maladie coronaire. En fait, chez un patient à forte probabilité, une EE positive n'apportera qu'un gain diagnostique très modeste, tandis que négative elle ne permettra en rien d'éliminer une coronaropathie. Inversement, chez un patient à très faible probabilité pré-test, une EE négative éliminera quasiment la maladie, mais un test positif n'aura aucune valeur, avec une incertitude post-test accrue [27].

A cela viennent s'ajouter les limitations liées aux prérequis électrocardiographiques (nécessité d'un tracé de repos normal ou pour le moins sans bloc de branche gauche, ni hypertrophie ventriculaire gauche, ni anomalie de la repolarisation en rapport avec une imprégnation médicamenteuse, etc.) et à l'aptitude physique du patient (capacité à produire un effort permettant d'atteindre une fréquence cardiaque "diagnostique").

### **2-2-3. La tomoscintigraphie myocardique de perfusion (TSMP)**

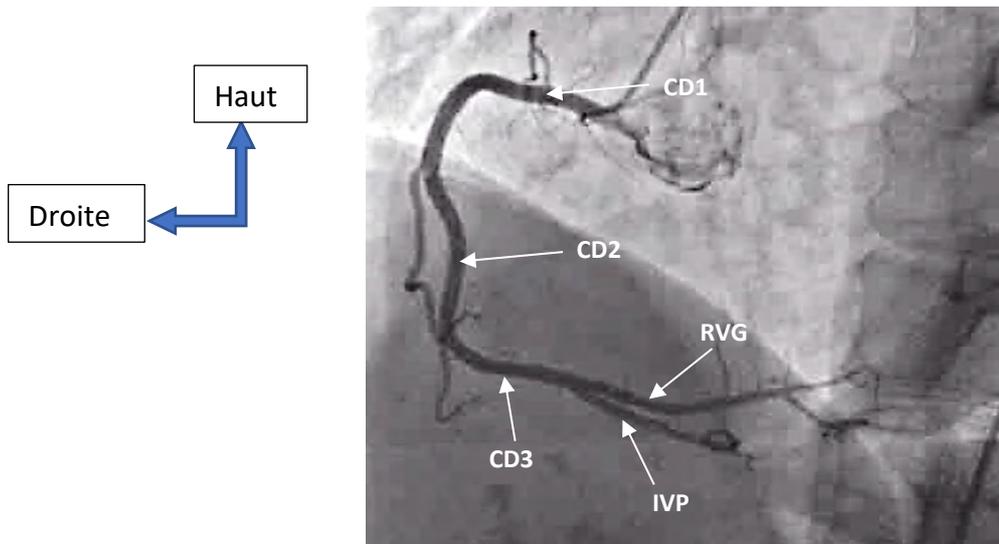
Elle permet le diagnostic d'ischémie myocardique, mais aussi sa localisation, l'évaluation de son étendue et de sa sévérité, l'étude de la viabilité myocardique, et la mesure de la fonction ventriculaire gauche systolique segmentaire et globale.

La méta-analyse d'Underwood regroupant 79 études (soit près de 9 000 patients) rapporte une sensibilité de la TSMP de 86 % pour le diagnostic de sténoses coronaires significatives (> 50%), atteignant même 90 % pour les examens de bonne qualité [28]. La spécificité relativement plus basse (74 %) retrouvée dans cette même étude est en fait liée à un biais de référence. Si l'on considère le "taux de normalité" de la TSMP, correspondant au taux d'examens normaux parmi les patients avec probabilité pré-test < 10 %, cette spécificité atteint 89 % [28].

**2-2-4. L'échocardiographie de stress :** elle sera développée dans le 3<sup>ème</sup> chapitre.

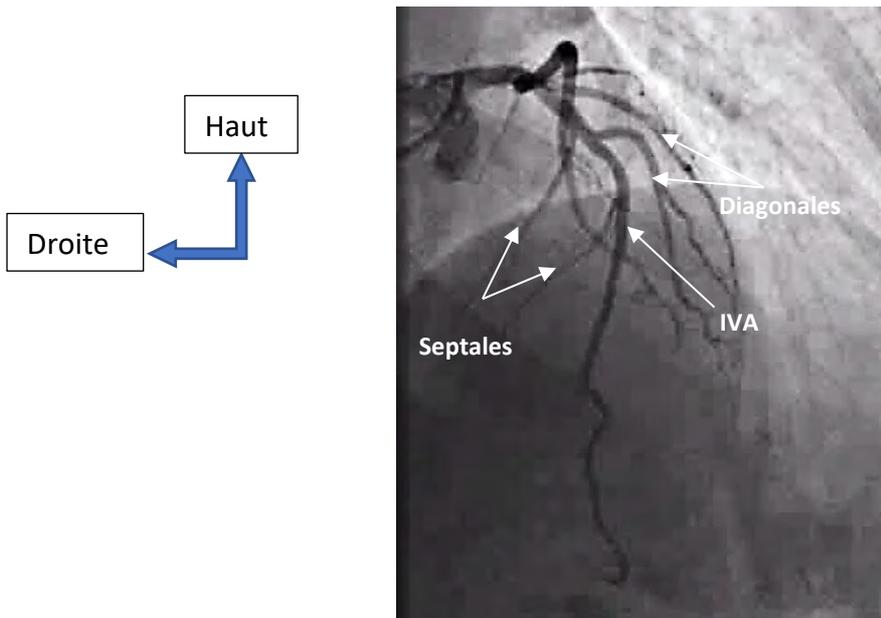
### **2-2-5. La coronarographie**

La coronarographie sélective reste la méthode de référence permettant de visualiser convenablement l'anatomie coronaire comme illustré dans les **figures 5 et 6**.

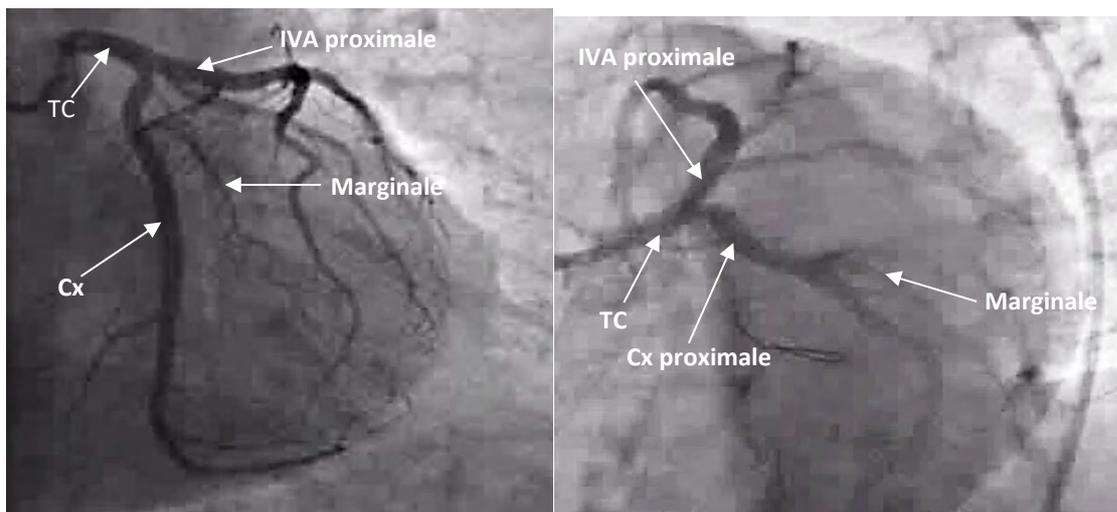


**Figure 5: Incidences du réseau coronaire droit en oblique antérieure gauche 30° [source : service de cardiologie du CHU Aristide Le Dantec]**

**CD1** : 1<sup>er</sup> segment de la coronaire droite ; **CD2** : 2<sup>ème</sup> segment ; **CD3** : 3<sup>ème</sup> segment ; **RVG** : rétroventriculaire gauche ; **IVP** : Interventriculaire postérieure



**6a. Incidence du réseau gauche en oblique antérieur gauche 45° – crâniale  
25°**



**6b. Incidence Face caudale 30 °**

**6c. Incidence oblique antérieur  
gauche 45 ° – caudale 25 °  
(« spider »)**

**Figure 6: Incidences du réseau coronaire gauche source : service de  
cardiologie du CHU Aristide Le Dantec**

**TC : tronc commun ; IVA : interventriculaire antérieure ; Cx : circonflexe**

La coronarographie est l'étape préalable à toute décision de revascularisation myocardique. Elle va permettre de :

- ✓ **Préciser la topographie des lésions coronaires** qui peuvent se répartir sur les trois axes coronaires : interventriculaire antérieure, circonflexe, coronaire droite et tronc commun. On parle donc de lésions mono-, bi- ou tri-tronculaires selon le nombre d'axes atteints.
- ✓ **Apprécier la significativité des lésions coronaires** : la sténose est considérée comme hémodynamiquement significative quand la réduction du diamètre de la lumière à son niveau est supérieure ou égale à 70% de celui du calibre de référence pour les artères péricardiques et à 50% pour le tronc commun gauche.
- ✓ **Faire l'étude qualitative des lésions coronaires** : associée à l'étude quantitative du degré de sténose, l'aspect de la lésion participe à la notion de sévérité lésionnelle. La sévérité est appréciée selon différentes classifications dont la plus utilisée est celle de l'AHA/ACC [29] (**tableau I**) exposée dans le tableau II. Aujourd'hui le score angiographique SYNTAX [30] est de plus en plus utilisé. Le flux antérograde est étudié au cours de la coronarographie par la classification TIMI [31] (**tableau II**).

**Tableau I: Classification modifiée des lésions coronaires de l'ACC/ AHA [29] (Ellis SG)**

<i>Classification modifiée des lésions coronaires de l'ACC/AHA (American College of Cardiology/American Heart Association)</i>		
<b>Lésion de type A (taux de succès élevé &gt;85%, risque faible &lt;2%)</b>	<b>Lésion de type B (taux de succès modéré 60 à 85%, risque modéré) B1 : un critère présent B2 : au moins deux critères présents</b>	<b>Lésion de type C (taux de succès bas &lt;60%, risque élevé &gt;10%)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- courte &lt; 10 mm -)</li> <li>- concentrique</li> <li>- contours lisses</li> <li>- peu ou pas de calcification</li> <li>- pas de problème d'accessibilité - pas d'angulation du segment sténosé (&lt; 45°)</li> <li>- non occlusive - pas ostiale</li> <li>- pas de thrombus</li> <li>- pas de lésion significative d'une collatérale au niveau de la lésion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tubulaire (10-20 mm )</li> <li>- excentrique</li> <li>- contours irréguliers</li> <li>- calcifications modérées à importantes - tortuosité modérée du segment proximal - angulation modérée du segment sténosé (45-90°)</li> <li>- occlusion de moins de 3 mois</li> <li>- localisation ostiale</li> <li>- présence de thrombus</li> <li>- lésion d'une bifurcation nécessitant un <i>kissing</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lésion diffuse (&gt; 20 mm</li> <li>- tortuosité importante du segment proximal) angulation importante du segment sténosé (&gt; 90°)</li> <li>- occlusion de plus de 3 mois</li> <li>- impossibilité de protéger une - bifurcation</li> <li>- vieux greffon saphène dégénéré avec lésion friable</li> </ul>

**Tableau II: Classification du flux coronaire selon TIMI [31]**

*Classification du flux coronaire antérograde selon le Trombolysis in Myocardial Infarction Trial (TIMI)*

Grade TIMI 0	Absence complète de flux au-delà de l'obstruction
Grade TIMI 1	Passage du produit de contraste au-delà du site sténosé, mais sans opacification complète du lit d'aval. Le produit de contraste paraît « suspendu » en aval de la sténose
Grade TIMI 2	Passage du produit de contraste au-delà de la sténose avec opacification complète du lit d'aval. Toutefois, la vitesse d'imprégnation du produit de contraste au-delà de la sténose et sa vitesse de lavage sont nettement ralenties par rapport à des segments équivalents
Grade TIMI 3	Imprégnation antérograde et lavage du produit de contraste au-delà de la sténose aussi rapides que ceux de territoires non sténosés

### **3- ÉCHOCARDIOGRAPHIE DE STRESS : ETAT DES CONNAISSANCES**

#### **3-1. Échocardiographie d'effort**

##### **3-1-1. Historique**

La première étude de mobilité de la paroi ventriculaire gauche en mode TM est faite par KRAUNZ et KENNEDY en 1970, au repos et après un effort [32]. La principale limite de cette technique est que le mode TM fournit une vue limitée du cœur à n'importe quel moment.

Le mode bidimensionnel est utilisé en clinique en 1979 par WANN et al [33]. La qualité d'image était pauvre et gênée par les conditions des examens, réalisés en effort. Seulement 70 à 80% des examens avaient une imagerie suffisante. Le développement des échographes, des technologies informatiques, du stockage et du traitement des images, ainsi que de plusieurs modes de stress pharmacologiques, a permis une faisabilité importante. Le **tableau III** montre de façon chronologique les études ayant permis de valider l'échocardiographie d'effort.

**Tableau III: Faisabilité des échocardiographies d'effort**

AUTEUR	ANNEE	NOMBRE DE PATIENTS	FAISABILITE (%)
WANN et al. (94)	1979	28	71
MORGANROTH et al. (64)	1981	55	78
VISSER et al. (93)	1983	52	75
ARMSTRONG et al. (3)	1986	95	100
CROUSE et al. (19)	1991	228	100
MARWICK et al. (60)	1992	150	100
QUINONES et al. (74)	1992	292	99
DAGIANTI et al. (21)	1995	105	95

### **3-1-2. Bases physiologiques [7]**

En l'absence de sténose coronaire à flux limité, un stress physiologique entraîne une augmentation de la fréquence cardiaque et de la contractilité, qui est maintenue via l'augmentation du flux sanguin myocardique. L'épaississement pariétal systolique, l'excursion endocardique et la contractilité globale augmentent, conduisant à une diminution du volume télésystolique (et à une augmentation de la FEVG) en comparaison avec l'état de repos.

En présence d'une sténose coronaire, l'augmentation de la demande myocardique en oxygène qui survient en réponse au stress n'est pas compensée par une augmentation appropriée des apports. Si le déséquilibre entre la demande et les apports en oxygène persiste, une séquence complexe d'évènements connue sous le nom de cascade ischémique est observée (**Figure 4**). Cette cascade ischémique n'est cependant pas un phénomène généralisé. En effet il existe des variabilités individuelles concernant le délai d'apparition des marqueurs ischémiques. Par exemple un sous décalage du segment ST peut survenir plus tôt ou plus tard qu'habituellement décrit ou ne pas survenir du tout. Peu après le développement d'un défaut de perfusion régionale, une

anomalie de la cinétique pariétale survient, caractérisée en échographie, par une diminution de l'épaississement systolique et de l'excursion endocardique. La sévérité des anomalies de cinétique pariétale dépend de plusieurs facteurs incluant l'amplitude des variations du flux sanguin, l'extension spatiale de l'anomalie de perfusion, la présence d'une circulation collatérale, la pression ventriculaire gauche, le stress pariétal ainsi que la durée de l'ischémie. La détérioration de la cinétique pariétale est cependant un marqueur spécifique et prévisible d'ischémie, qui précède généralement les manifestations traditionnelles d'angor ou les anomalies électriques. Une fois l'agent de stress éliminé, la demande en oxygène diminue et l'ischémie disparaît. La normalisation de la cinétique pariétale peut se faire rapidement, bien que, typiquement, la récupération complète d'une fonction normale survienne en une à deux minutes, en fonction de la sévérité et de la durée de l'ischémie. Un myocarde est dit "sidéré" lorsque les anomalies fonctionnelles persistent plus longtemps après une ischémie transitoire.

### **3-1-3. Modalités de l'échocardiographie d'effort [7].**

L'effort est réalisé soit sur tapis roulant, soit sur bicyclette ergométrique en position allongée.

#### **3-1-3-1. Échocardiographie d'effort sur tapis roulant**

C'est un examen anodin et bien toléré qui peut être appliqué à une grande majorité de patients adressés pour un test de stress. L'imagerie échocardiographique est réalisée avant et immédiatement après l'effort sur tapis, sans affecter la partie "effort" du test. En comparaison avec la bicyclette ergométrique, les avantages de l'effort sur tapis incluent la possibilité pour les patients d'atteindre un niveau plus élevé de consommation d'oxygène et la simplicité de marcher efficacement sur tapis, alors même que l'exercice de pédalage sur bicyclette implique un entraînement et un savoir-faire que certains patients n'ont pas. De même, une douleur ou une gêne musculaire avant que la fréquence maximale théorique soit atteinte sont une cause fréquente d'arrêt de

l'effort sur bicyclette [34]. Le principal inconvénient de l'échocardiographie d'effort sur tapis réside dans la difficulté d'obtenir des images pendant que le patient marche. Pour cette raison, l'imagerie est habituellement limitée à la période post effort immédiate. L'ischémie se résolvant habituellement immédiatement à la fin de l'effort, il incombe à l'opérateur de réaliser l'imagerie post effort le plus tôt possible (dans la minute qui suit la fin de l'effort) [35].

### **3-1-3-2. Échocardiographie d'effort sur bicyclette ergométrique**

L'effort réalisé sur bicyclette ergométrique classique a été la première modalité de stress utilisée en conjonction avec l'échocardiographie. Initialement, les bicyclettes utilisées étaient stationnaires et le patient était en position assise avec une acquisition des images au cours et après l'effort. Plus tard, des systèmes de bicyclette sur table basculante ont été développés (**figure 7**), permettant une variété de position et procurant un équilibre entre le confort du patient et la qualité de l'image. Afin de réaliser un effort gradué, le patient doit pédaler à une cadence constante et à des niveaux de résistance croissants.



**Figure 7: Bicyclette ergométrique sur table basculante (Source : Service de Cardiologie de l'hôpital Aristide Le Dantec/ Dakar/ Sénégal)**

Le principal avantage de l'échocardiographie de stress sur bicyclette est la possibilité d'acquérir des images « per-effort », tout au long de l'effort et en particulier au pic du stress. Cela permet non seulement d'éviter le problème potentiel de récupération rapide, mais permet également de documenter le début de l'anomalie de cinétique pariétale. Les anomalies de cinétique pariétale induites à l'effort sont plus fréquentes, plus étendues et plus facilement visualisées au pic par comparaison avec le post-effort [36]. L'acquisition d'images aux stades intermédiaires peut également être effectuée et analysée, ce qui peut améliorer la sensibilité du test en facilitant la détection d'une réponse biphasique (amélioration initiale à l'effort d'une anomalie de la cinétique au repos et dégradation secondaire) [36]. L'acquisition des images au pic de l'effort est moins précipitée que celle des images post effort avec souvent une imagerie

de meilleure qualité. L'inconvénient majeur de l'échocardiographie sur bicyclette est le problème de la charge. Certains patients éprouvent des difficultés à pédaler en position allongée ou semi-allongée, ce qui peut les empêcher d'atteindre le niveau adéquat de performance. Cependant la position allongée semble favoriser l'induction de l'ischémie, probablement par l'augmentation du retour veineux et de la précharge ou parce que cette position est associée à une meilleure réponse tensionnelle. Ainsi l'ischémie survient-elle à une fréquence cardiaque plus basse au cours d'un effort réalisé en position allongée par comparaison avec la position assise. Enfin les nouvelles générations de bicyclette ergométrique améliorent le confort et la tolérance de l'effort en position couchée [7].

### **3-1-4. Réalisation pratique de l'examen**

L'examen doit être pratiqué dans un établissement d'hospitalisation possédant une unité de soins intensifs cardiologiques ou, à défaut un service de réanimation générale. La salle d'échocardiographie doit être suffisamment vaste et doit être équipée d'un échocardiographe fournissant des images de bonne qualité, d'un appareil de surveillance et d'analyse continue de l'ECG, d'un tensiomètre, de dispositif de perfusion avec un pousse-seringue électrique, d'un chariot de réanimation avec un défibrillateur et des fluides médicaux (oxygène et système d'aspiration sur prises murales) [37,38].

#### **3-1-4-1. Équipe médicale et paramédicale**

La formation de l'infirmière n'est pas codifiée, mais comprend une bonne connaissance du déroulement de l'examen, du maniement rapide de médicaments intraveineux et du matériel de réanimation en cas de complication grave.

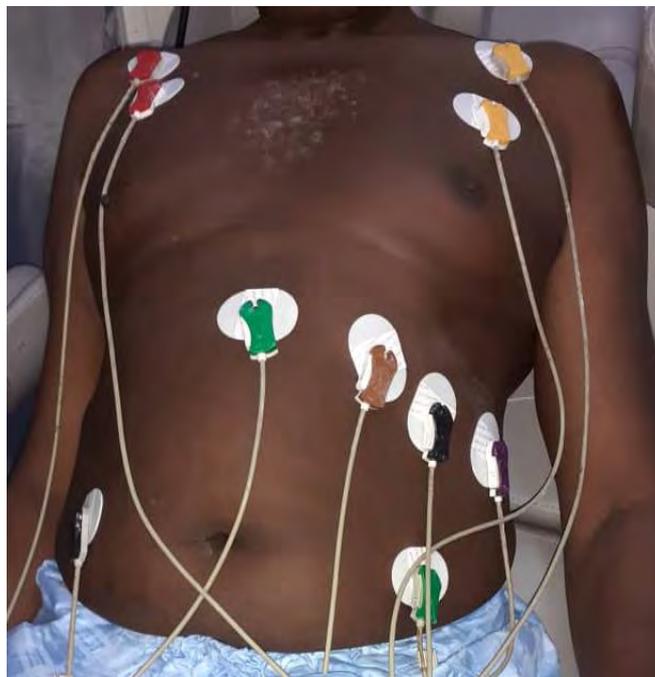
La formation du cardiologue responsable de l'examen est capitale et comprends 2 aspects [38], la réalisation de l'examen et son analyse. La réalisation de l'examen nécessite une bonne maîtrise des incidences de la cinétique ventriculaire gauche car l'acquisition des images au pic est souvent effectuée

très rapidement. Elle nécessite également la connaissance des différents protocoles et leur adaptation en fonction du patient.

### 3-1-4-2. Déroulement de l'examen

#### ✚ Avant l'examen

- Discuter de l'indication et du choix de la modalité (exercice physique ou stress pharmacologique)
- Patient prévenu, pas de jeûne
- Arrêt des traitements anti-angineux (béta bloquants : 24 à 48 heures, autres anti-angineux : 8 heures).
- Disposer d'une échocardiographie bidimensionnelle récente pour vérifier la faisabilité de l'examen
- Placer les électrodes de l'ECG en fonction des repères des fenêtres échocardiographiques (**figure 8**).
- Mettre en place le brassard de pression artérielle (bras droit)

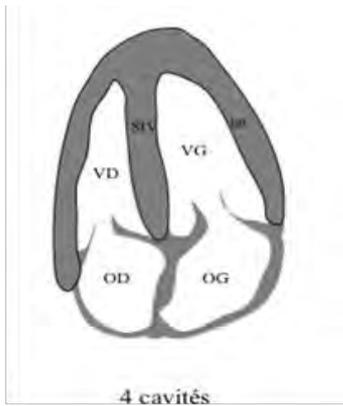


**Figure 8: Emplacement des électrodes en fonction des repères échocardiographiques (Source : Service de Cardiologie de l'hôpital Aristide Le Dantec/ Dakar/ Sénégal)**

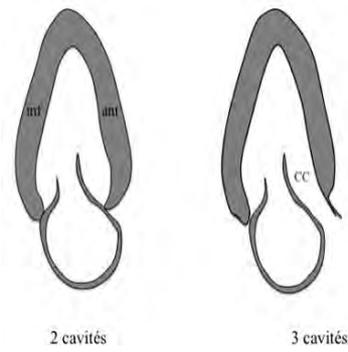
### Pendant l'examen

Un examen échocardiographique complet de base est réalisé. Un ECG est enregistré au repos. Le tracé ECG est suivi en continu pour l'analyse du segment ST et la recherche des arythmies. La tension artérielle est mesurée au repos et à chaque stade de l'effort.

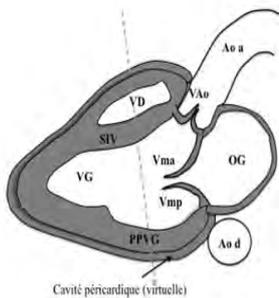
Classiquement, quatre vues échographiques sont acquises : les vues apicales 4, 2 et 3 cavités (**figures 9a et 9b**) ainsi que la vue parasternale petit axe (**figure 9d**). La vue apicale 3 cavités (ou long axe) peut être remplacée par la vue parasternale grand axe (**figure 9c**). Pour chaque vue, un cycle cardiaque est enregistré de façon digitale (boucle d'un cycle cardiaque). Ces acquisitions seront répétées lors de l'effort et durant la récupération, en apportant un soin tout particulier à acquérir exactement les mêmes incidences [39].



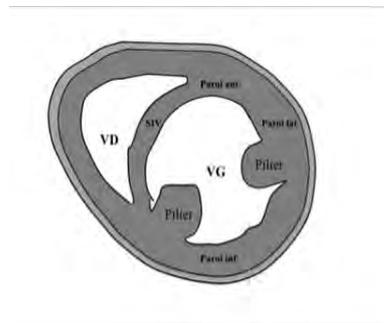
**9a : apicale 4 cavités**



**9b : apicales 2 et 3 cavités**



**9c : Parasternale grand axe**



**9d. Parasternale petit axe**

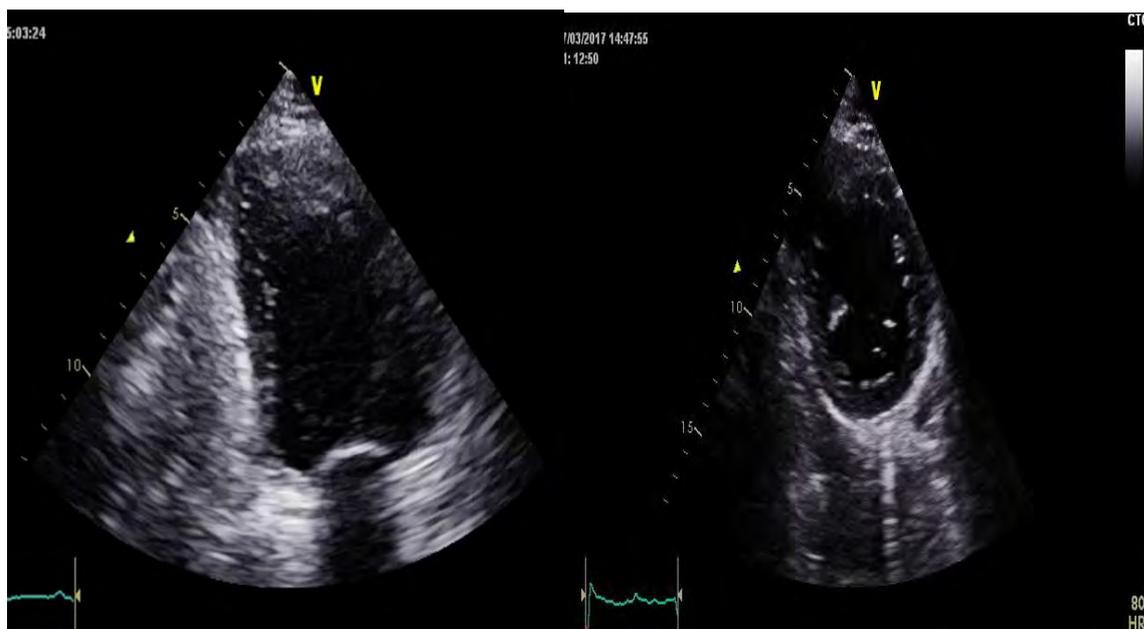
**Figure 9: Coupes échocardiographiques classiques au cours de l'échocardiographie de stress [40]**

**VG:** ventricule gauche ; **VD:** ventricule droit ; **OG:** oreillette gauche ; **OD:** oreillette droite ; **SIV:** septum interventriculaire ; **lat:** paroi latéral ; **inf:** paroi inférieure ; **ant:** paroi antérieure; **PPVG:** paroi postérieure du ventricule gauche ; **Ao a:** aorte ascendante ; **Ao d:** aorte descendant ; **CC:** chambre de chasse ; **Vao:** valves aortiques ; **Vma:** valve mitrale antérieure; **Vmp:** Valve mitrale postérieure.



**10a : Apicale 4 cavités**

**10b : Coupe 3 cavités**



**10c. Coupe 2 cavités**

**10d. Parasternale petit axe**

**Figure 10: Vues échocardiographiques 2 cavités, 3 cavités, 4 cavités et petit axe. Source : Service de Cardiologie du CHU Aristide Le Dantec**

### ✚ Causes d'interruption du test [7].

- **Causes d'arrêt permettant un diagnostic**

- Atteinte de la charge maximale
- Atteinte de la Fréquence cardiaque cible
- Angor avec modifications électrocardiographiques
- Modifications du segment ST supérieur à 2 mm
- Asynergie segmentaire sur au moins 2 segments

- **Causes d'arrêt ne permettant pas un diagnostic**

- Hypertension artérielle supérieure à 220/120 mmHg
- Hypotension artérielle (ou chute de plus de 30 mmHg)
- Arythmies ventriculaires (extrasystoles ventriculaires, tachycardie ventriculaire non soutenue)
- Arythmies auriculaires soutenues (fibrillation auriculaire)
- Mauvaise tolérance fonctionnelle

### ✚ Après l'examen

- Rédiger une fiche de transmission colligeant les événements survenus lors du test, les médicaments utilisés et les résultats initiaux,
- Surveillance clinique jusqu'à la normalisation de l'ECG (uniquement en cas de modification lors du test),
- Copier l'examen sur un support numérique (sauvegarde systématique),
- Interpréter l'examen (clinique, ECG, échocardiogramme).

### **3-1-5. Interprétation**

Le test est considéré comme valable lorsque 85% de la fréquence cardiaque maximale est atteint ( $FMT = 220 - \text{âge}$ ) et qu'un effort suffisant est réalisé (minimum : 6 Mets). Ces critères sont identiques à ceux utilisés dans l'ergométrie simple, ils ont une valeur pronostique défavorable en cas de faible capacité physique (inférieure à 5 Mets chez la femme et 7 Mets chez l'homme), de faible élévation de la tension artérielle systolique (inférieure ou égale à 140 mmHg), de baisse de la tension artérielle systolique ou encore d'apparition d'un

angor à l'effort ; puisqu'ils traduisent souvent une maladie coronarienne étendue. Cette technique s'adresse donc à des patients pouvant réaliser un effort physique complet, dans le cas contraire un stress pharmacologique (dobutamine-atropine ou persantine) est plus approprié [41].

### **3-1-5-1. Caractérisation de la cinétique pariétale**

Le diagnostic d'une ischémie à l'échographie repose sur une anomalie de la contractilité régionale (ou anomalie de la cinétique segmentaire). Elle peut être présente dès le repos (ischémie sévère), mais est le plus souvent décelée au cours d'une épreuve de stress (physique ou pharmacologique). Sa mise en évidence nécessite une exploration rigoureuse et systématique de l'ensemble des segments du ventricule gauche par les coupes échographiques (quatre incidences habituellement). L'analyse de la contractilité myocardique repose sur l'étude de l'épaississement systolique pariétal et, à un moindre degré, du déplacement endocardique. Cette analyse se fait essentiellement de façon subjective.

L'interprétation du test commence impérativement par une analyse segmentaire précise du ventricule gauche à l'état basal, en étudiant pour chaque segment le déplacement endocardique et surtout à chaque fois que possible l'épaississement systolique. Plusieurs cas de figure peuvent être observés : [7]

**L'hypokinésie** est la forme la plus modérée des anomalies de cinétique pariétale. Elle est définie par une préservation d'un certain degré d'épaississement et d'excursion de l'endocarde au cours de la systole, mais qui reste inférieur à la normale (définie arbitrairement par une excursion de moins de 5 mm de l'endocarde). L'hypokinésie est plus probablement d'origine ischémique lorsqu'elle est limitée à une région ou un territoire correspondant à la distribution d'une artère coronaire et lorsqu'elle est associée à une cinétique pariétale normale ou hyperkinétique sur le reste des parois.

**L'akinésie** est définie par l'absence d'épaississement myocardique et d'excursion endocardique en systole. Il faut toujours garder en mémoire qu'un mouvement translationnel du cœur au cours de la systole peut rendre

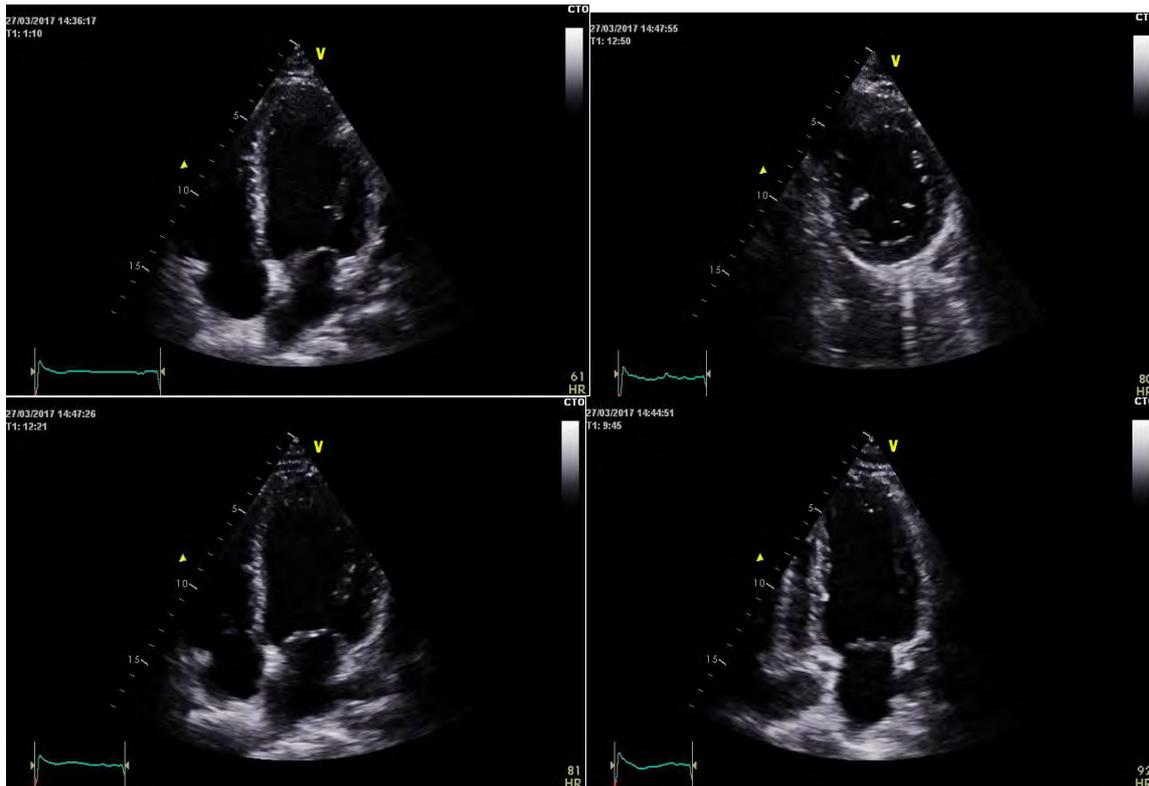
l'interprétation d'une akinésie difficile. Cependant l'épaississement est moins dépendant des mouvements translationnels et plus fiable dans ce cas.

**La dyskinésie** est la forme la plus extrême des anomalies de cinétique pariétale et est définie par un amincissement systolique avec un mouvement paradoxal du myocarde au cours de la systole. Un segment ventriculaire gauche aminci et/ou hyperéchogène indique la présence d'une cicatrice.

### **3-1-5-2. Réponse pariétale au stress**

La numérisation des images permet d'afficher côte à côte, deux ou quatre boucles systolo-diastoliques (**figure 11**). On peut ainsi comparer l'état basal et le pic du stress pour la documentation d'une ischémie myocardique.

Une cinétique pariétale qui augmente lors du test est considérée comme une réponse normale. L'apparition d'une anomalie de cinétique segmentaire au cours du stress dans une zone normale au repos est suggestive d'ischémie. Les segments anormaux au repos et qui restent inchangés au cours du stress sont généralement interprétés comme des séquelles d'infarctus sans ischémie résiduelle. Les zones hypokinétiques qui s'aggravent au cours du stress sont habituellement étiquetées ischémiques. On admet que l'aggravation de la cinétique d'au moins un stade signe une ischémie (segment hypokinétique devenant akinétique par exemple). Ces zones peuvent correspondre à l'association d'une séquelle d'infarctus non transmural et d'une ischémie inductible. Les segments akinétiques ou dyskinétiques au repos, même lorsqu'ils présentent une aggravation au cours du stress, indiquent une séquelle d'infarctus, et la possibilité de détecter une ischémie résiduelle dans ce type de segment est limitée.

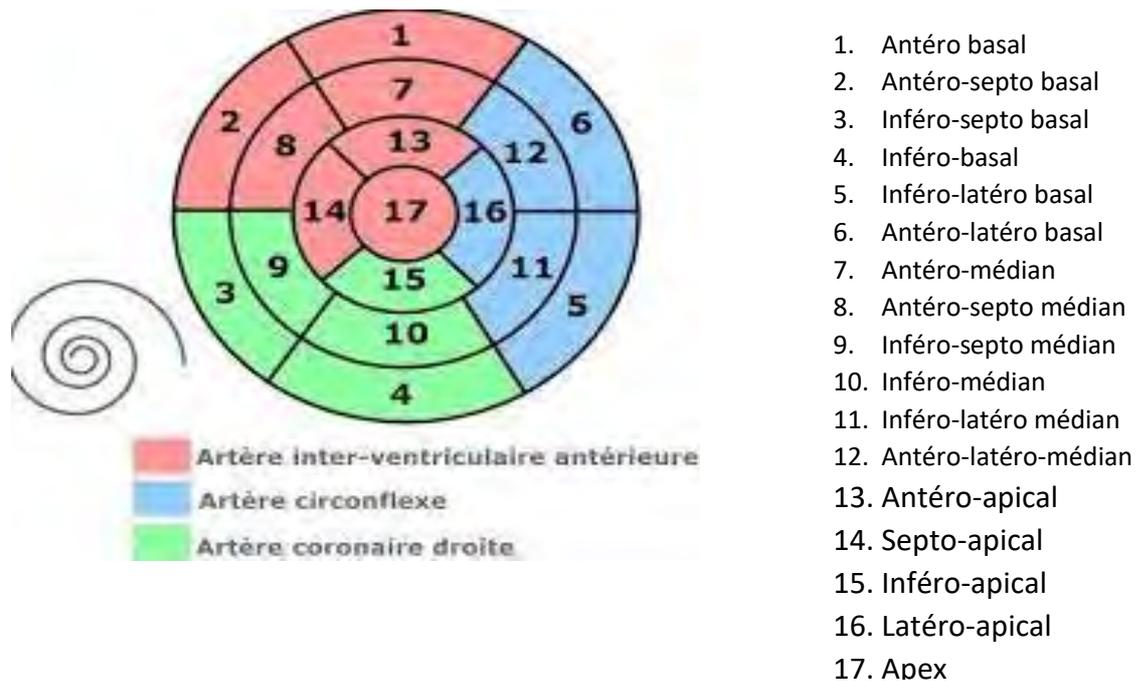


**Figure 11: Boucle de 4 images systolo-diastoliques au repos, à faible charge et au pic de l'effort (source : Service de Cardiologie du CHU Aristide Le Dantec)**

### **3-1-5-3. Localisation des lésions artérielles coronaires**

Une application pratique de l'échocardiographie de stress est de prédire la présence d'une coronaropathie. En multipliant les incidences sur le ventricule gauche, l'évaluation des territoires de chacune des trois artères coronaires principales est possible. Il est indispensable d'avoir à l'esprit la correspondance entre les territoires myocardiques et leur vascularisation coronaire ainsi que les variations possibles de cette anatomie selon les sujets (circulation coronaire dominante) (**figure 12**). Cela permet une prédiction du site et de l'extension de la coronaropathie sur la base de la cinétique pariétale. De façon générale, l'échographie de stress est plus sensible chez les patients ayant une coronaropathie tritronculaire en comparaison avec les atteintes monotronculaires, et également plus précise pour identifier de façon spécifique une atteinte de l'artère interventriculaire antérieure ou de l'artère coronaire

droite par comparaison avec l'artère circonflexe. En raison de la variabilité de la distribution des artères coronaires, une différenciation précise entre les variations des artères coronaires droite et circonflexe n'est pas toujours possible. La détection des lésions de l'artère coronaire droite serait accessible en analysant la cinétique segmentaire ventriculaire droite.



**Figure 12: Distribution de la vascularisation coronaire selon les segments myocardiques [42]**

### 3-1-6. Contre-indications [43]

#### ✚ Contre-indications absolues

- Infarctus aigu du myocarde (IDM), dans les 2 jours
- Angor instable
- Arythmie cardiaque non contrôlée avec hémodynamique compromise
- Endocardite active
- Sténose aortique sévère symptomatique
- Insuffisance cardiaque décompensée
- Embolie pulmonaire aiguë, infarctus pulmonaire ou thrombose

veineuse profonde

- Myocardite aiguë ou péricardite
- Dissection aortique aiguë
- Handicap physique empêchant des tests sûrs et adéquats

#### **Contre-indications relatives**

- Sténose obstructive du tronc commun
- Sténose aortique modérée à sévère avec relation incertaine aux symptômes
- Tachyarythmies à fréquence ventriculaire incontrôlée
- Bloc intracardiaque avancé ou auriculo-ventriculaire complet acquis
- Cardiomyopathie obstructive hypertrophique avec gradient sévère au repos
- Accident vasculaire cérébral récent ou accident ischémique transitoire
- Déficience mentale avec une capacité de coopération limitée
- Pression artérielle systolique ou diastolique au repos  $> 200/110$  mm Hg
- Problèmes médicaux non corrigés, tels qu'anémie sévère, déséquilibre électrolytique important et hyperthyroïdie.

### **3-1-7. Performances diagnostiques**

L'interprétation des tests non invasifs nécessite une approche bayésienne du diagnostic. Cette approche utilise les estimations prétestées par les cliniciens appelées probabilité de prétest (PPT) de la maladie ainsi que les résultats des tests de diagnostic pour générer des probabilités post-test individualisées pour un patient donné. La PPT est influencée par la prévalence de la maladie dans la population étudiée, ainsi que par les caractéristiques cliniques (y compris la présence de facteurs de risque CV) d'un individu [44]. Les principaux déterminants de la PPT sont l'âge, le sexe et la nature des symptômes [44]. Le

tableau suivant a été proposé dans les recommandations de l'ESC de 2013 sur l'angor stable (**tableau IV**) [45].

**Tableau IV: Probabilité prétest de la maladie coronaire selon l'âge et le sexe**

Age	Typical angina		Atypical angina		Non-anginal pain	
	Men	Women	Men	Women	Men	Women
30–39	59	28	29	10	18	5
40–49	69	37	38	14	25	8
50–59	77	47	49	20	34	12
60–69	84	58	59	28	44	17
70–79	89	68	69	37	54	24
>80	93	76	78	47	65	32

- Les cages blanches représentent les patients dont la PPT est inférieure à 15% et n'ont donc besoin d'aucun test diagnostique.
- Les cages bleues représentent les patients dont la PPT est entre 15 et 65%. Ils pourraient avoir un ECG d'effort si possible comme test initial. Cependant, si l'expertise et la disponibilité locales permettent un test non invasif basé sur l'imagerie, ce serait préférable, étant donné les capacités de diagnostic supérieures de ces tests. Chez les patients jeunes, les problèmes de radiation doivent être pris en compte.
- Les cages oranges représentent les patients dont la PPT est entre 65 et 85%, ils doivent donc avoir un test d'imagerie non invasif pour établir un diagnostic de maladie coronaire stable.
- Les cages rouges représentent les patients dont la PPT est supérieure à 85%, on peut considérer chez eux le diagnostic d'une maladie coronaire stable. Ils n'ont besoin que d'une stratification du risque coronaire.

La sensibilité globale de l'échographie d'effort est actuellement estimée à 84% et la spécificité globale à 88%. La sensibilité s'améliore avec l'extension des lésions coronariennes (**tableau V**). Ces deux paramètres sont identiques à la scintigraphie myocardique, à l'IRM cardiaque ou aux autres méthodes d'échographie de stress. Ils sont nettement supérieurs aux performances de l'ergométrie simple. [41]

**Tableau V: Performances de l'échographie de stress**

<b>Tableau 2. Performances de l'échocardiographie d'effort</b> vx : vaisseaux.				
	Général	1 vx	2 vx	3 vx
Sensibilité	84	74	86	92
Spécificité	88	88	88	88

Dans les régions où l'accès aux salles de cathétérisme est difficile, les ischémies limitées ou sans signe de gravité peuvent être traitées médicalement en première intention, tout en se souvenant que la mortalité cardiovasculaire annuelle de ce groupe de patients varie entre 2 et 15% [46,47].

### **3-2. Autres modalités de stress**

#### **3-2-1. Stress pharmacologique**

Chez les patients qui ne peuvent pas faire d'exercice, la dobutamine et les vasodilatateurs sont des alternatives. Bien que ces derniers puissent présenter des avantages pour l'évaluation de la perfusion myocardique, la dobutamine est préférable lorsque le test repose sur l'évaluation de la cinétique pariétale.

##### **3-2-1-2. La dobutamine**

Une perfusion graduée en dobutamine commençant à 5 ug/kg/min et augmentant toutes les 3 minutes à 10, 20, 30 et 40 ug/ kg/ min (**figure 13**) est la norme en matière d'échographie à la dobutamine [48,49]. L'augmentation des doses par paliers permet la reconnaissance de la viabilité et de l'ischémie dans les

segments présentant une fonction anormale au repos, même si l'évaluation de la viabilité n'est pas l'objectif principal du test.

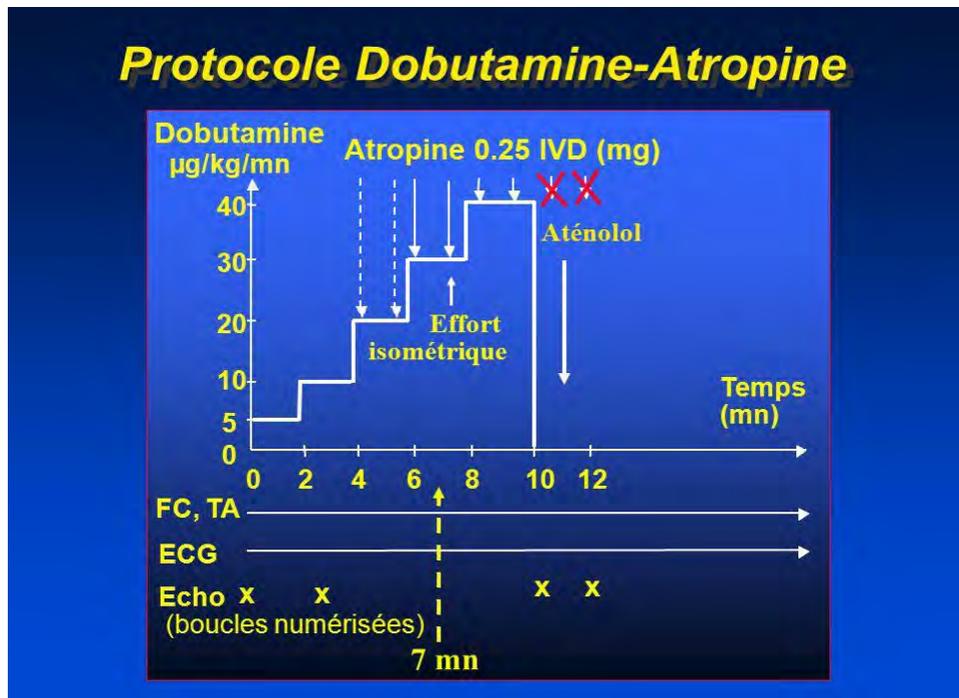


Figure 13: Protocole de perfusion de la dobutamine lors d'une échocardiographie de stress [50].

### 3-2-1-3. Les vasodilatateurs

Les tests peuvent être réalisés avec de l'adénosine ou du dipyridamole [51].

L'atropine est couramment utilisée avec un vasodilatateur pour améliorer la sensibilité du test. L'ajout de ce dernier au moment de la perfusion augmente la sensibilité.

Des effets indésirables majeurs et des effets indésirables mineurs mais limitants apparaissent chez environ 1% des patients. Les effets indésirables majeurs sont l'asystolie cardiaque, l'infarctus du myocarde et la tachycardie ventriculaire prolongée. Une hypotension et / ou une bradycardie peuvent survenir, mais peuvent être traitées avec de l'aminophylline [52].

### **3-2-2. Test de stress par pacing**

Chez les patients porteurs d'un stimulateur cardiaque permanent, il est possible de réaliser un test de stress en augmentant la fréquence de stimulation jusqu'à ce que la fréquence cardiaque cible soit atteinte. Cette technique peut être utilisée avec ou sans dobutamine. Des études récentes ont montré une bonne précision de cette technique pour identifier la maladie coronaire [53] et prévoir l'évolution [54].

### **3-3. Innovations récentes et futures**

#### **3-3-1. Strain et strain rate appliquées à l'échocardiographie de stress**

L'échocardiographie de *strain* et de *strain rate* a été appliquée à l'échocardiographie de stress pour permettre une approche plus quantitative, formée sur le Doppler tissulaire ou le speckle tracking, autorisant l'analyse de la déformation myocardique en réponse au stress.

Le *strain* correspond à la modification de longueur d'un segment tissulaire qui survient lorsqu'une force lui est appliquée. Le *strain rate* correspond à la façon dont le *strain* change dans le temps. Le *speckle tracking* quant à lui permet d'identifier une très petite zone tissulaire sur la base de sa signature acoustique unique, puis de traquer cette région ou son déplacement tout le long du cycle cardiaque.

#### **3-3-2. Échocardiographie tridimensionnelle**

L'échocardiographie tridimensionnelle en temps réel utilisant des transducteurs à matrice multiple permet l'acquisition rapide d'un ensemble de données tridimensionnelles sous stress. Cet ensemble de données peut être découpé en tranches pour permettre la visualisation de plusieurs vues bidimensionnelles du ventricule gauche, permettant d'évaluer la fonction dans des segments du myocarde qui ne sont pas systématiquement vus avec les coupes 2D. La faisabilité d'une échocardiographie de stress tridimensionnelle en temps réel a été documentée [55,56]. L'amélioration continue de la qualité de l'image entraînera probablement une utilisation accrue de cette méthode dans le futur.

### **3-3-3. Imagerie de contraste par perfusion myocardique**

En matière de perfusion coronaire, l'apparition d'anomalies de la cinétique pariétale est précédée par le développement de disparités régionales pouvant être évaluées par des agents de contraste. Ainsi, l'utilisation d'agents de contraste pour évaluer la perfusion du myocarde au cours d'un stress par vasodilatateur peut améliorer la sensibilité de l'échocardiographie de stress [51]. L'imagerie de contraste par perfusion du myocarde peut présenter une sensibilité plus grande que l'analyse de la cinétique pariétale [52,53] ; cependant, sa spécificité peut être plus faible.

## **DEUXIEME PARTIE : NOTRE ÉTUDE**

## **1- PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE**

### **1-1. Cadre de l'étude**

Notre travail a été réalisé à Dakar au service de cardiologie de l'hôpital Aristide Le Dantec.

#### **1-1-1. Locaux et équipements du service :**

Ils sont divisés en différentes unités en fonction des activités du service. On distingue :

**1-1-1-1. Une unité d'accueil et de consultation** constituée de trois (03) salles où sont reçus les urgences cardio-vasculaires et les malades traités en ambulatoire ;

**1-1-1-2. Une unité d'hospitalisation** de 41 lits dont :

- une unité de soins intensifs de 04 lits, dotée de matériel de réanimation, de scopes et d'un appareil d'ECG ;
- un secteur des femmes de 09 lits en salle commune et de 08 lits en cabines ;
- un secteur des hommes de 07 lits en salle commune et 13 lits en cabines.

**1-1-1-3. Une unité d'exploration paraclinique** qui comprend :

- Une (01) salle d'électrocardiographie standard équipée d'un électrocardiographe à **06 pistes de marque EDAN SE 1201** ;
- Deux (02) salles d'échocardiographie Doppler avec deux appareils Général électrique de marque Vivid 7 et Vivid 9 avec une bicyclette ergométrique. Ce dernier permet, au-delà de l'échographie transthoracique, de faire l'échographie transoesophagienne, et l'échocardiographie de stress,
- Une salle d'explorations non invasives où sont réalisés l'Holter ECG (3 appareils), la Mesure Ambulatoire de la Pression Artérielle (MAPA) (3 appareils) et le test d'inclinaison ou Tilt-test,

- Une salle d'épreuve d'effort équipée d'un tapis roulant de marque Schiller® couplé à un ECG de marque Schiller AT-104 PC ®.

#### **1-1-1-4. Une unité d'explorations invasives avec :**

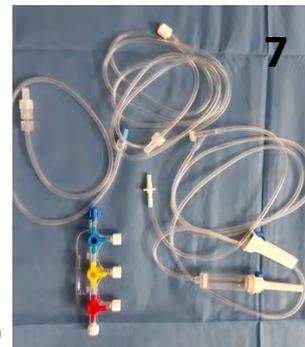
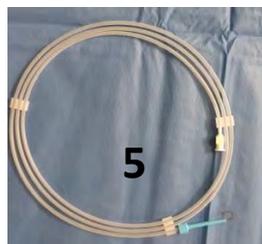
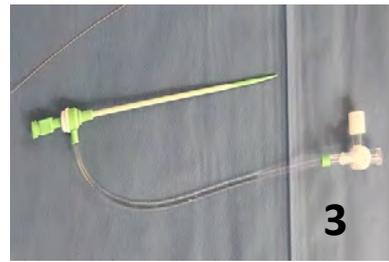
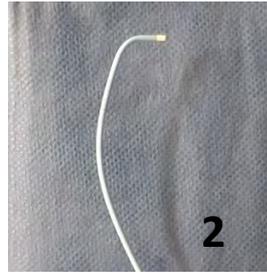
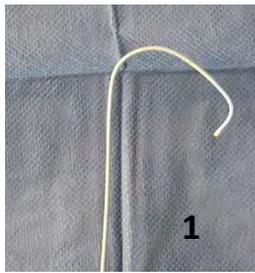
- Une unité de cardiologie interventionnelle qui comprend :
  - ✓ Une salle d'angiographie et d'électrophysiologie équipée de **(figure 14)** :
    - Une machine INNOVA 3100 GE composée de 03 ordinateurs
    - Un amplificateur de brillance de marque Général Electric®
    - Une baie d'électrophysiologie de marque BARD Système pro ® avec un scope multiparamétrique
    - Un injecteur de produit de contraste
    - Un stimulateur externe de marque Micropace EPS 320® orthorythmique
    - Un scope
    - Un défibrillateur externe Shiller ® semi-automatique
    - Un générateur RF de marque EP-Shuttle Stockert ®
    - Un matériel à usage unique **(figure 15)**

Cette salle répond aux normes de radioprotection avec des tabliers plombés pour le personnel, un écran plombé entre l'opérateur et le tube à rayons X, des lunettes plombées pour l'opérateur et des vitres plombées de séparation avec l'annexe technique.

- ✓ Une salle de réveil avec deux lits
- ✓ Un secrétariat pour faire les comptes rendus et l'archivage
- Une (01) salle d'angiographie avec un amplificateur de brillance de marque General Electric et une table mobile pour l'implantation des pacemakers. Cette salle est aussi équipée de 02 stimulateurs temporaires et de programmeurs de pacemaker



**Figure 14: Salle d'angiographie « INNOVA 3100 GE» de l'unité de cardiologie interventionnelle au service de cardiologie du CHU Aristide Le Dantec – Dakar**



- 1 : Sondes diagnostique gauche (JL=Judkins left.)  
2 : Sondes diagnostique droite (JR = Judkins right)  
3 : Désilet (introduceur artériel à valve)  
4 : Kit d'inflation à manomètre  
5 : Guide d'échange 0,035 mm  
6 : Stent serti sur cathéter à ballonnet  
7 : Kit d'injection et de pression

**Figure 15: Quelques exemples du matériel utilisé en salle d'angiographie de l'unité de cardiologie interventionnelle au CHU Aristide Le Dantec – Dakar**

### **1-1-1-5. Locaux administratifs**

Le service compte dix (10) bureaux dont sept (07) bureaux de médecin, un (01) bureau de major et deux (02) secrétariats. Il existe en outre une (01) salle de cours et d'archives des dossiers de patients et une (01) salle d'informatique.

### **1-1-2. Personnel du service**

#### **1-1-2-1. Personnel médical**

Le personnel médical est formé de trois (03 ) professeurs titulaires, deux (02) maître de conférences agrégées, deux (02) maîtres assistants, (06) internes et cinquante (50) médecins en spécialisation.

Parmi ce personnel, quatre (04) sont diplômés en cardiologie interventionnelle dont 02 Coronarographistes et 02 rythmologues. En outre, il y a trois autres cardiologues interventionnels externes (02 coronarographistes et 01 rythmologue) qui assurent des vacations.

#### **1-1-2-2. Personnel paramédical**

Le personnel paramédical est constitué d'une (01) surveillante du service, de trois (03) infirmières d'état, d'une (01) infirmière brevetée, de quinze (15) aides-infirmières et de cinq (05) garçons de salle.

#### **1-1-2-3. Personnel administratif**

Il est constitué de trois (03) secrétaires et d'un (01) archiviste.

### 1-1-3. Les activités du service : elles sont résumées dans le tableau VI

Tableau VI: Activités du service

Activités du service	2016	2017	2018
Hospitalisation	1384	1371	1421
Consultations	6244	7127	7302
ECG	5657	6485	6841
MAPA	157	39	65
Holter ECG	247	34	69
Échocardiographie trans-thoracique	3322	3977	4202
Échocardiographie transoesophagienne	00	08	16
Échographie vasculaire	33	58	41
Épreuve d'effort	50	151	194
Échocardiographie d'effort	04	50	100
Coronarographie	367	464	520
Angioplastie	115	132	161
Stimulation cardiaque	117	129	136
Ablation par radiofréquence	15	12	10
Resynchronisation cardiaque	07	05	09

---

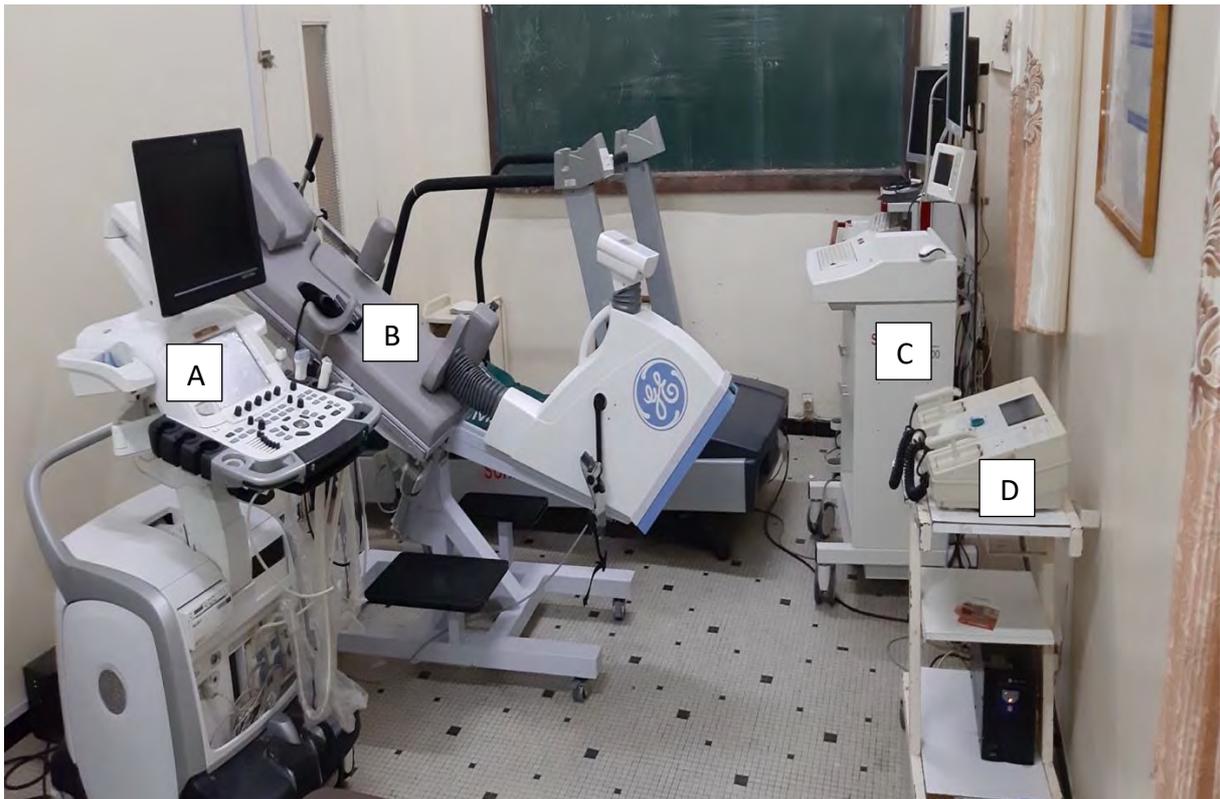
## 1-2. Personnel et matériel

### 1-2-1. Personnel

Les échocardiographies étaient réalisées par 2 médecins Cardiologues expérimentés, l'un d'eux diplômé en échocardiographie. Une infirmière formée est toujours présente lors de la réalisation de l'examen de même qu'un second médecin chargé de la surveillance de l'électrocardiogramme et des constantes hémodynamiques.

### 1-2-2. Matériel

**1-2-2-1. La salle (figure 16) :** suffisamment vaste pour contenir l'échocardiographe, la bicyclette ergométrique, le moniteur d'ECG, un défibrillateur et le reste du matériel de réanimation.



**Figure 16: Salle d'échocardiographie et de tests d'effort**

**A :** Échocardiographe de marque General Electric model Vivid E9 ; **B :** Bicyclette ergométrique avec table inclinable ; **C :** Moniteur d'ECG de marque Schiller ; **D :** Défibrillateur

**1-2-2-2. L'échocardiographe** : un appareil de marque General Electric (GE), Vivid E9 (**Figure 17**) était utilisé. Les données et images étaient stockées sur disque numérique.



**Figure 17: Échocardiographe de marque Général Électrique (GE) vivid E9**

**1-2-2-3. La bicyclette ergométrique (figure 18)** est de marque General Electric (GE). Elle est inclinable, ce qui permet d'optimiser les coupes. Elle est également munie d'un brassard permettant une prise automatique de la pression artérielle et d'un écran de monitoring des constantes hémodynamiques et de la charge imposée au patient.



**Figure 18: Bicyclette ergométrique de marque Général Electric (GE)**

**1-2-2-4. Le moniteur d'ECG** est de marque Schiller. Les électrodes étaient placées sur le patient comme le montre les figures 20a et 20b.

**1-2-2-5. L'ordinateur fixe** permettait la saisie et le stockage des comptes rendus qui contenaient :

- Date de l'examen
- Nom, prénom et âge du patient
- Indication de l'examen
- Le protocole utilisé pour l'examen
- Les résultats de l'ECG de repos
- Les résultats de l'échocardiographie de repos
- La charge limite atteinte par le patient
- Les résultats cliniques, électriques et échocardiographiques obtenus à l'effort
- La conclusion retenue au terme de l'examen

### **1-3. Méthodologie**

#### **1-3-1. Type d'étude :**

Il s'agit d'une étude rétrospective, descriptive.

#### **1-3-2. Période d'étude**

Elle s'étend sur 34 mois, du 1<sup>er</sup> Décembre 2016 au 30 Septembre 2019.

#### **1-3-3. Population d'étude**

##### **1-3-3-1. Critères d'inclusion**

Ont été inclus tous les patients reçus durant la période d'étude pour une échocardiographie d'effort dans le cadre d'une suspicion de maladie coronaire stable.

##### **1-3-3-2. Critères de non inclusion**

Étaient non inclus de l'étude :

- les patients dont le résultat final de l'examen n'était consigné ni sur un compte rendu, ni sur le registre ;
- les patients chez qui on ne retrouvait aucun paramètre de l'effort.

#### **1-3-4. Procédure de collecte des données**

##### **1-3-4.1. Outils de collecte**

Les données pour chaque patient étaient consignées sur une fiche de recueil préétablie.

##### **1-3-4.2. Sources de collecte**

Il s'agissait d'un registre où doivent être consignés les états civils, les indications, le numéro de téléphone et le résultat final du test pour chaque patient. Les comptes rendus des examens étaient stockés dans un ordinateur destiné à cet effet. Par ailleurs certaines données ont été obtenues à partir des enregistrements disponibles dans l'échocardiographe et dans le moniteur d'ECG utilisé lors des épreuves d'effort.

### **1-3-5. Protocole de réalisation de l'examen**

#### **1-3-5-1. Avant le début de l'effort**

Le principe de l'examen est expliqué de façon claire au patient avec un consentement éclairé. Le patient vient en tenue de sport. Le thorax est rasé et nettoyé à l'éther pour une bonne adhésion des électrodes. Le patient est ensuite installé sur la bicyclette ergométrique et les électrodes placés comme illustré sur la **figure 19**. La pression artérielle et la fréquence cardiaque de repos sont notées et la FMT calculée. Un ECG de repos est enregistré avant le début de l'examen. Une échographie de repos est également faite avec les coupes classiques (parasternale grand axe et petit axe, coupes 2 ; 3 et 4 cavités) qui serviront de référence au cours de l'effort (**figures 20, 21, 22, 23 respectivement**).

#### **1-3-5-2. Au cours de l'effort**

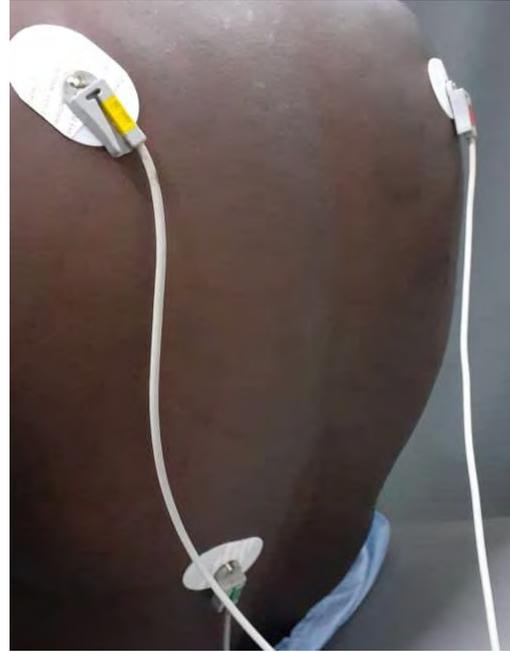
L'effort est débuté à la demande du médecin. Le patient pédale à une cadence entre 55 et 65 tours/min, un voyant vert lui permettant de rester dans cette fourchette. Chaque changement de pallier se fait sur prescription médicale. On débute à 30 watts et on augmente progressivement par pallier de 30 watts chaque 2 minutes. La pression artérielle et la fréquence cardiaque sont notées à chaque pallier de même qu'un enregistrement échocardiographique et électrocardiographique.

#### **1-1-3-5. Phase de récupération :**

Elle est composée d'une récupération active puis passive, d'une durée de 3 min chacune. Au cours de la phase active la fréquence cardiaque, la pression artérielle, l'ECG et les images échocardiographiques sont enregistrées.



**Figure 19a :** Emplacement des électrodes en antérieur



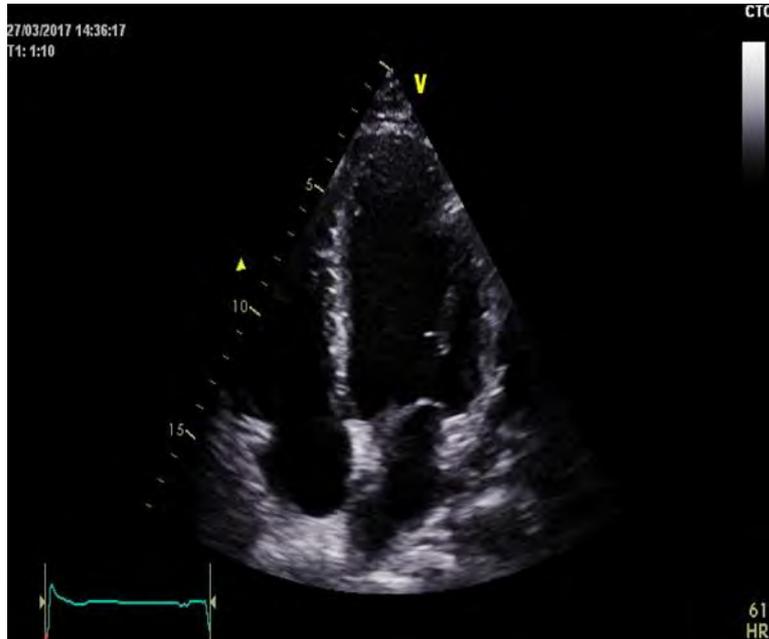
**Figure 19b :** Emplacement des électrodes en postérieur

**Figure 19 :** Emplacement des électrodes avant réalisation de l'examen  
source : service de Cardiologie du CHU Aristide Le DANTEC

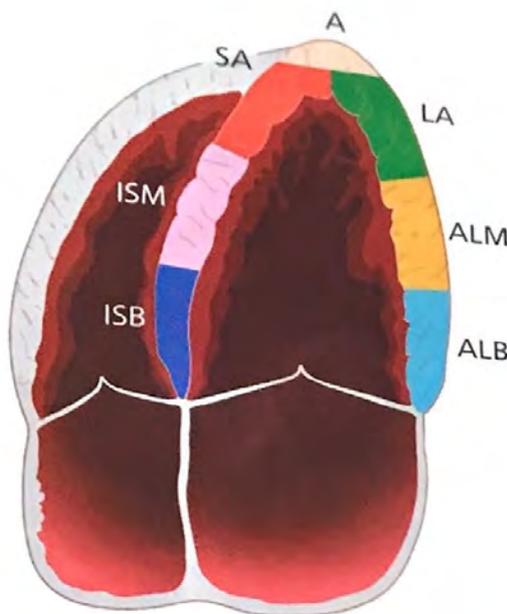
### 1-3-6. Analyse échocardiographique

#### 1-3-6-1. La segmentation du ventricule gauche

La subdivision du ventricule gauche à 17 segments a été choisie. La cavité cardiaque est divisée en 6 faces : antérieure, antéro-septale, inféro-septale, inférieure, inféro-latérale et antéro-latérale. Chaque face est divisée sur son grand axe en 2 segments : basal et médian. Au niveau apical nous avons les segments antéro-apical, septo-apical, inféro-apical, latéro-apical et la pointe qui constitue le 17<sup>ème</sup> segment. [57]



**Figure 20a** : fenêtre apicale, coupe 4 cavités (source : service de Cardiologie du CHU Aristide Le DANTEC)



ALB : antéro-latéro basal

ALM : antéro-latéro médian

LA : latéro-apical

A : apical

SA : septo apical

ISM : inféro-septo médian

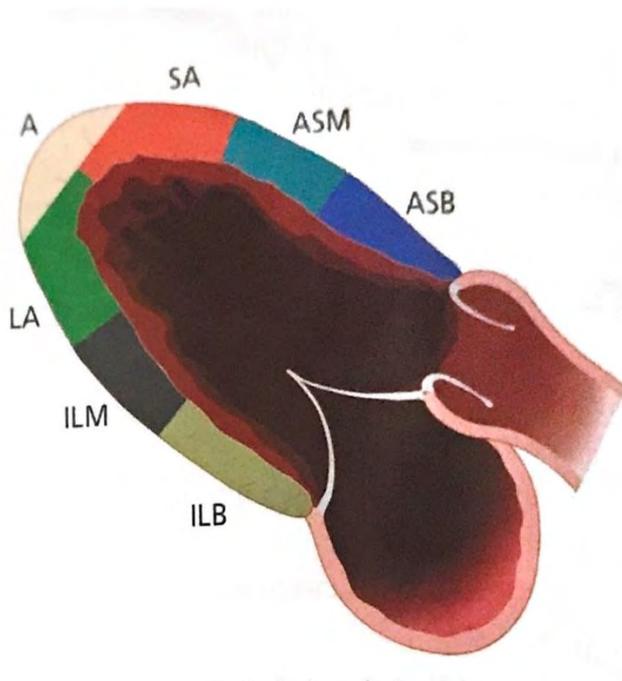
ISB : inféro-septo basal

**Figure 20b** : Segmentation du ventricule gauche en coupe 4 cavités [58]

**Figure 20:** Fenêtre apicale, coupe 4 cavités



**Figure 21a** : Fenêtre apicale, coupe 3 cavités (source : service de Cardiologie du CHU Aristide Le DANTEC)



ASB : antéro-septo-basal

ASM : antéro-septo-médian

SA : septo apical

A : apical

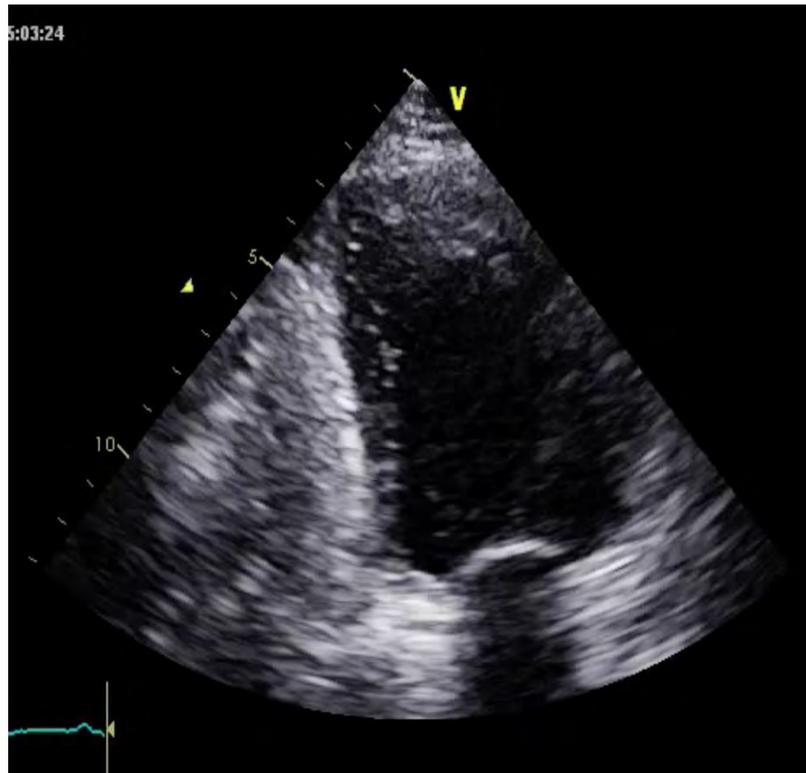
LA : latéro-apical

ILM : inféro-latéro-médian

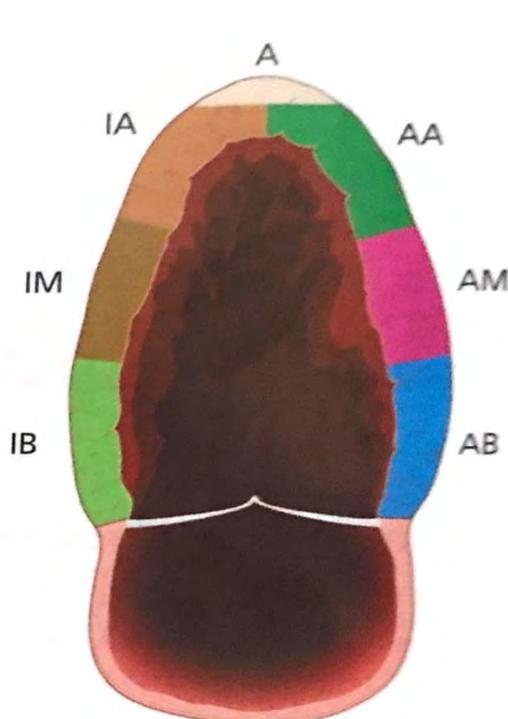
ILB : inféro-latéro-basal

**Figure 21b** : Segmentation du ventricule gauche en coupe 3 cavités [58]

**Figure 21:** Fenêtre apicale, coupe 3 cavités



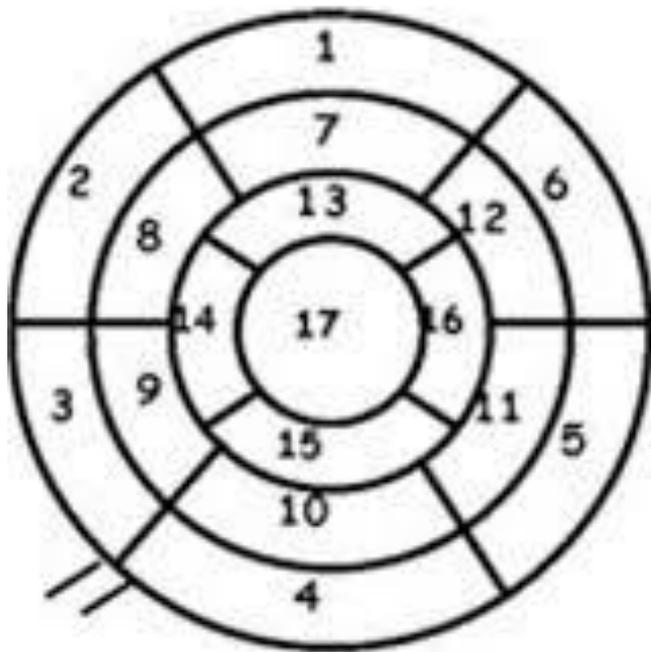
**Figure 22a** : Fenêtre apicale, coupe 2 cavités (source : service de Cardiologie du CHU Aristide Le DANTEC)



- AB : antéro-basal
- AM : antéro-médian
- AA : antéro-apical
- A : apical
- IA : inféro-apical
- IM : inféro-médian
- IB : inféro-basal

**Figure 22b** : Segmentation du ventricule gauche en coupe 2 cavités [58]

**Figure 22: Fenêtre apicale, coupe 2 cavités**



- 18. Antéro basal
- 19. Antéro-septo basal
- 20. Inféro-septo basal
- 21. Inféro-basal
- 22. Inféro-latéro basal
- 23. Antéro-latéro basal
- 24. Antéro-médian
- 25. Antéro-septo médian
- 26. Inféro-septo médian
- 27. Inféro-médian
- 28. Inféro-latéro médian
- 29. Antéro-latéro-médian
- 30. Antéro-apical
- 31. Septo-apical
- 32. Inféro-apical
- 33. Latéro-apical
- 34. Apex

**Figure 23: Segmentation du ventricule gauche en coupe petit axe (schéma de l'œil de bœuf) [59]**

### 1-3-6-2. Caractérisation de la cinétique pariétale :

En pratique, on procédait à une analyse globale de la cinétique myocardique. Pour chaque coupe échocardiographique, une image est enregistrée à chaque phase de l'examen. L'analyse se faisait ainsi en mettant ces images côte à côte en « quad view » (voir figure 12) et en comparant la cinétique entre les différentes phases de l'examen. On distinguait ainsi :

- ✓ *Des zones d'épaississement systolique normale ;*
- ✓ *Des zones hypokinétiques* : préservation d'un certain degré d'épaississement au cours de la systole, mais qui reste inférieur à la normale ;
- ✓ *Des zones akinétiques* : absence d'épaississement myocardique en systole ;

- ✓ *Des zones dyskinétiques* : forme la plus extrême définie par un amincissement systolique avec un mouvement paradoxal du myocarde.

### **1-3-7. Les coronarographies :**

Elles étaient effectuées par des cardiologues interventionnels avec le matériel précédemment illustré (**figures 14,15**).

### **1-3-8. Paramètres étudiés**

Pour chaque patient une feuille de données est établie, contenant les éléments suivants :

- Numéro d'ordre
- Date de l'examen
- Prénom-nom
- Âge
- Sexe
- Indication
- Antécédents cardio-vasculaires du patient
- Probabilité pré-test en se basant sur l'évaluation proposée par la Société Européenne de Cardiologie en 2013 (**tableau IV**).
- Électrocardiogramme de repos sur lequel on s'intéresse à l'existence de nécrose ou d'ischémie
- Échocardiogramme de repos où on s'intéresse à l'existence d'hypokinésie, d'akinésie ou de dyskinésie.
- Les paramètres de l'effort:
  - ✓ Épreuve d'effort maquillée ou non par une prise de béta-bloquants
  - ✓ Charge de début et charge à la fin en Watts et en Mets. La charge atteinte permettait d'évaluer le pronostic du patient. Ce pronostic était considéré comme péjoratif si la charge atteinte était inférieure à 5 Mets chez la femme et 7 Mets chez l'homme. La charge atteinte en Mets était déduite sur la charge en Watts selon la correspondance 1 Mets= 10,2 Watts

- ✓ Durée de l'effort : elle était soit disponible parmi les éléments enregistrés dans le moniteur d'ECG ou calculée à partir des paramètres enregistrés dans l'appareil d'échographie en faisant une soustraction entre l'heure du pic de l'effort et l'heure du début de l'effort.
- ✓ Pourcentage de FMT atteint
- ✓ Pallier atteint
- ✓ Motifs d'arrêt de l'effort : il peut s'agir d'un ou de plusieurs motifs pour un même patient si toutefois ils surviennent concomitamment. Les motifs d'arrêt considérés étaient :
  - Fatigue musculaire ou dyspnée
  - Douleur thoracique
  - Troubles électriques qui peuvent être à type d'anomalies de la repolarisation ou de troubles du rythme
  - Apparition de troubles de la cinétique segmentaire à l'échocardiographie
  - Une élévation des chiffres tensionnels supérieurs à 220 mmHg de systolique
  - Une atteinte de 85% de la FMT. Cependant, dans certains cas de figures, le patient pouvait aller jusqu'à plus de 85% de la FMT sans ressentir aucun symptôme ni présenter d'anomalie électrique ou échocardiographique, l'examen était ainsi poursuivi.
- Le résultat final de l'examen qui pouvait être :
  - **Positif** : devant l'apparition d'une douleur thoracique, de manifestations électriques (ESV répétées, tachycardies ventriculaires soutenues ou non, sous-décalage ou sus-décalage du segment ST) ou de troubles de la cinétique segmentaire à l'échographie cardiaque.
  - **Négatif** : devant l'absence de signe clinique, électrique ou échocardiographique

- **Contributif ou non :**
  - ✓ En cas d'épreuve d'effort non maquillée, un examen était considéré comme contributif si le patient atteint 85% de la FMT (calculée selon la formule  $220 - \text{âge}$ ).
  - ✓ En cas d'épreuve d'effort maquillée, l'examen était considéré comme contributif si le patient atteignait 62% de la FMT.
  - ✓ Parfois l'examen pouvait être considéré comme contributif alors qu'il ne répondait qu'en partie à la question posée. Par exemple un examen non maquillé mené jusqu'à 75% de la FMT chez un sujet de 70 ans qui n'a pas présenté de critère de positivité, reste un examen sous-maximal négatif.
- Données de la coronarographie et des angioplasties
  - ✓ À la coronarographie nous nous étions intéressés à :
    - La date de réalisation de la coronarographie
    - Les sièges des lésions
    - La gravité des lésions coronaires : elle était évaluée par le degré de la sténose (le pourcentage de réduction de la lumière artérielle) et le flux TIMI. On distinguait **[60]**:
      - Les lésions non significatives : sténose < 50%
      - Les lésions intermédiaires : sténose entre 50 -70%
      - Les lésions serrées : sténose entre 70 - 90%
      - Les lésions très serrées : sténose > 90%
      - Les occlusions
    - Le nombre de troncs atteints
  - ✓ Pour les angioplasties, nous étions intéressés par :
    - L'artère concernée
    - Le succès ou non de l'angioplastie

### **1-3-9. Analyse statistique :**

Les données ont été recueillies sur une fiche pré-établie. Elles ont été saisies avec le logiciel Sphinx version 5.1.0.2. L'analyse a été effectuée avec le logiciel SPSS (Statistical package for Sciences Socials) version 18.

L'étude descriptive était réalisée avec le calcul des fréquences et proportions pour les variables qualitatives et le calcul des moyennes, écart type pour les variables quantitatives.

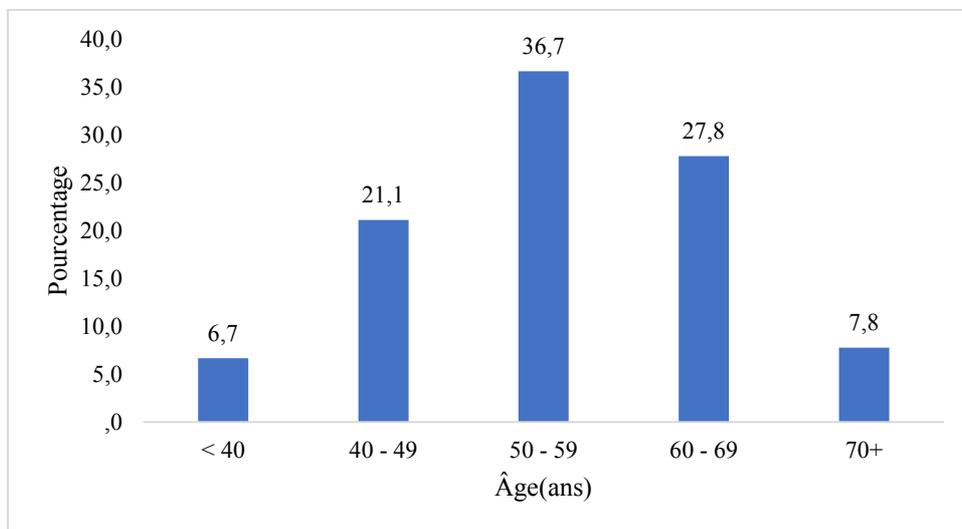
# **RÉSULTATS**

## 2- RESULTATS

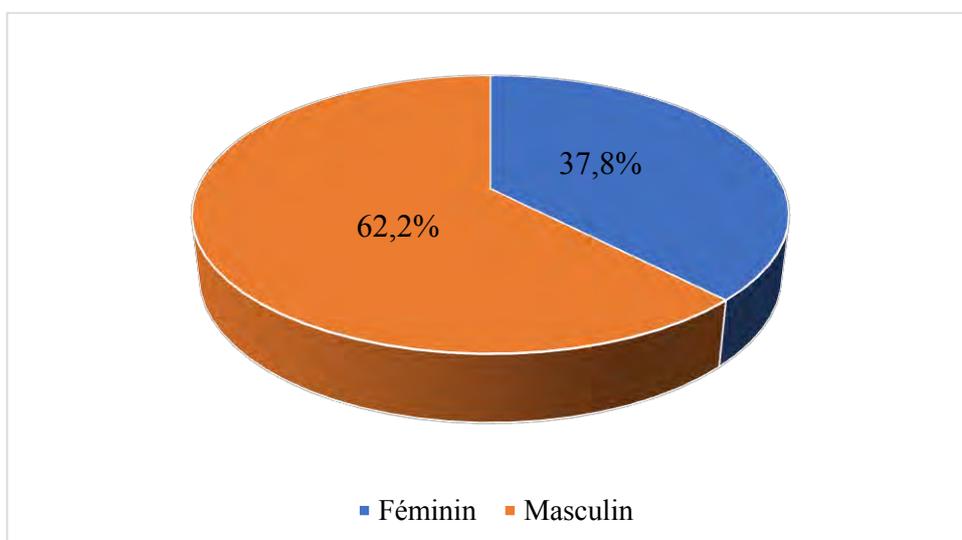
### 2-1. Âge- sexe

Quatre-vingt-dix (90) examens ont été étudiés. L'âge moyen était de  $57,3 \pm 10$  ans. La médiane était de 58 ans et le mode de 64 ans. Les extrêmes étaient 30 et 79 ans. La **figure 24** montre la répartition des patients selon les tranches d'âge, la plus représentée était celle entre 50 et 59 ans.

Il y avait 56 hommes et 34 femmes soit un sex-ratio de 1,64. La **figure 25** illustre la répartition des patients selon le sexe.



**Figure 24: Répartition selon les tranches d'âge**

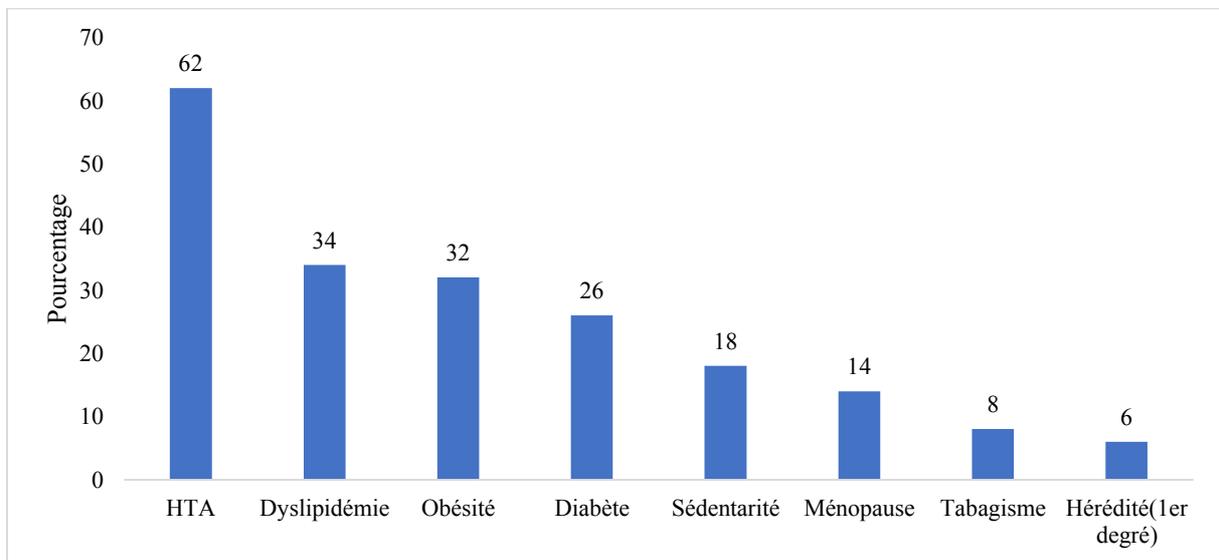


**Figure 25: Répartition selon le sexe**

## 2-2. Facteurs de risque cardio-vasculaire

Ils ont été répertoriés chez 50 patients. L'hypertension artérielle était le facteur de risque le plus fréquemment retrouvé, chez 31 patients soit 62% des cas. Elle est suivie de la dyslipidémie chez 17 patients soit 34% des cas et de l'obésité chez 16 patients soit 32% des cas.

La **figure 26** illustre la répartition des patients selon les facteurs de risque cardio-vasculaires.

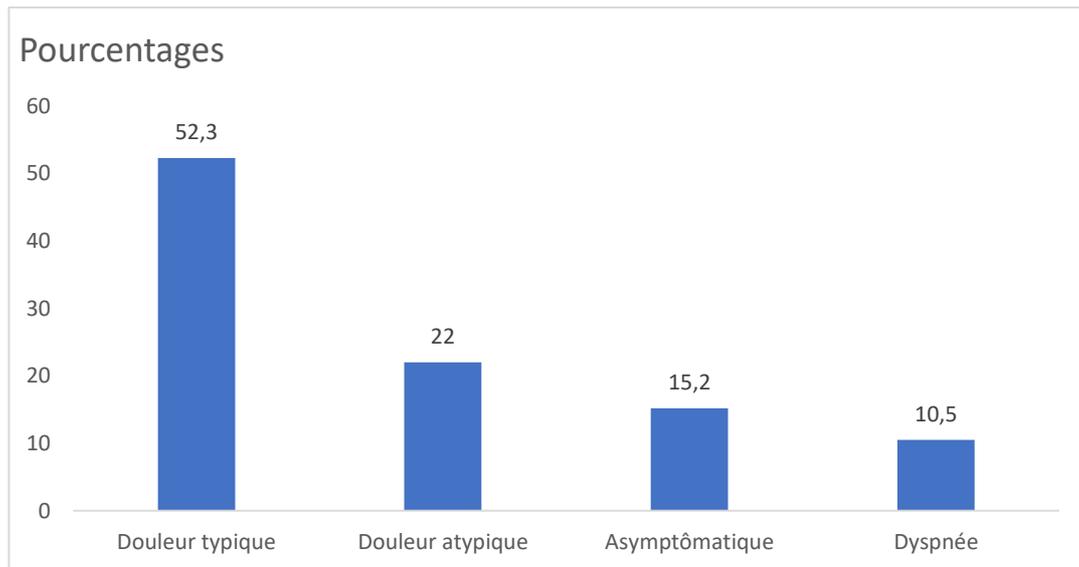


**Figure 26: Répartition des patients selon les facteurs de risque cardio-vasculaire**

## 2-3. Symptômes

La symptomatologie n'était pas précisée chez 4 patients. La majeure partie des patients, 45 soit 52,3% présentaient une douleur typique. Dix-neuf (19) patients soit 22% présentaient une douleur atypique.

La **figure 27** montre la répartition des patients selon la présentation clinique.

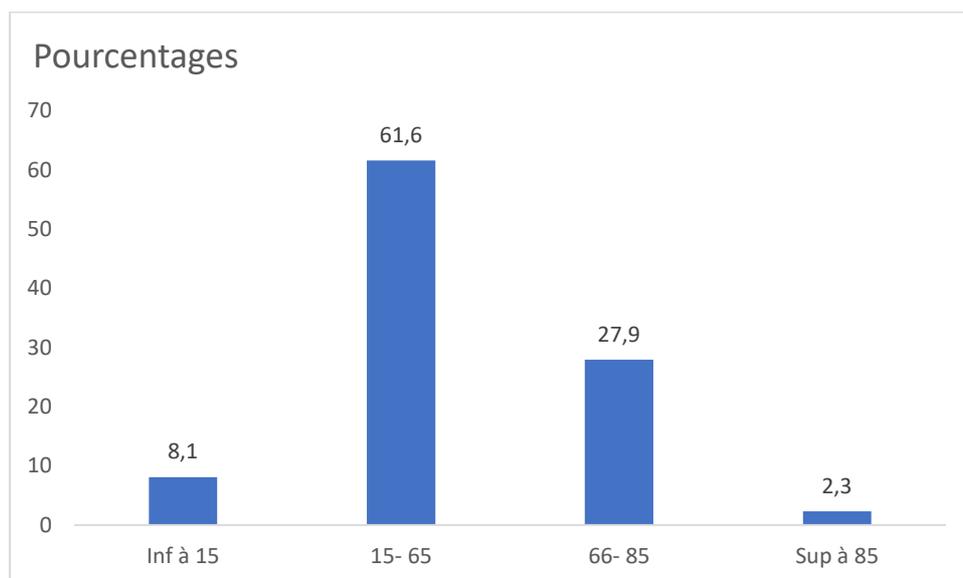


**Figure 27: Répartition des patients selon la présentation clinique**

#### 2-4. Probabilités pré-test

Elle n'a pas pu être calculée chez les 4 patients pour qui le symptôme n'était pas précisé. La majeure partie des patients, 77 soit 89,5%, présentait une probabilité intermédiaire entre 15 et 85%.

La **figure 28** montre la répartition des patients selon leur probabilité pré-test.

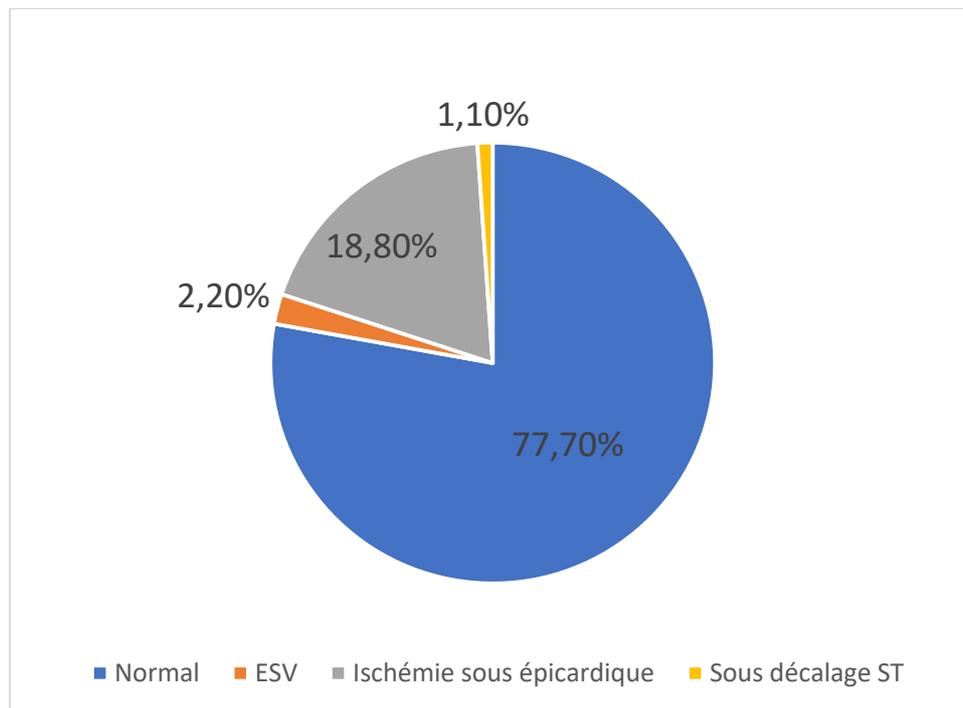


**Figure 28: Répartition des patients selon les probabilités pré-test**

## 2-5. Électrocardiogramme et échocardiogramme de repos

L'électrocardiogramme de repos était normal chez 70 patients soit 77,8%. Parmi les 20 patients présentant des ECG pathologiques on notait 1 sous décalage du segment ST, 17 patients avec une ischémie sous épigardique dans un territoire donné et 2 présentant des épisodes d'extrasystolie ventriculaire.

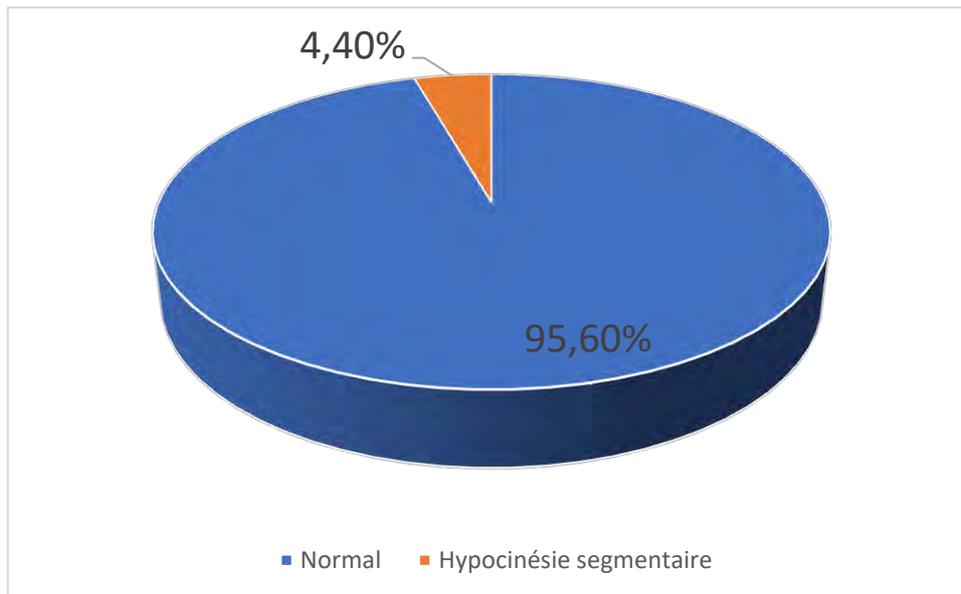
La répartition des patients selon les résultats de l'ECG de repos est illustrée sur la **figure 29**.



**Figure 29: Répartition des patients selon les résultats de l'ECG de repos**

L'échocardiogramme de repos était normal dans la majeure partie des cas, 86 patients soit 95,6%. Chez les autres patients on notait une hypokinésie segmentaire.

Ces résultats sont représentés sur la **figure 30**.

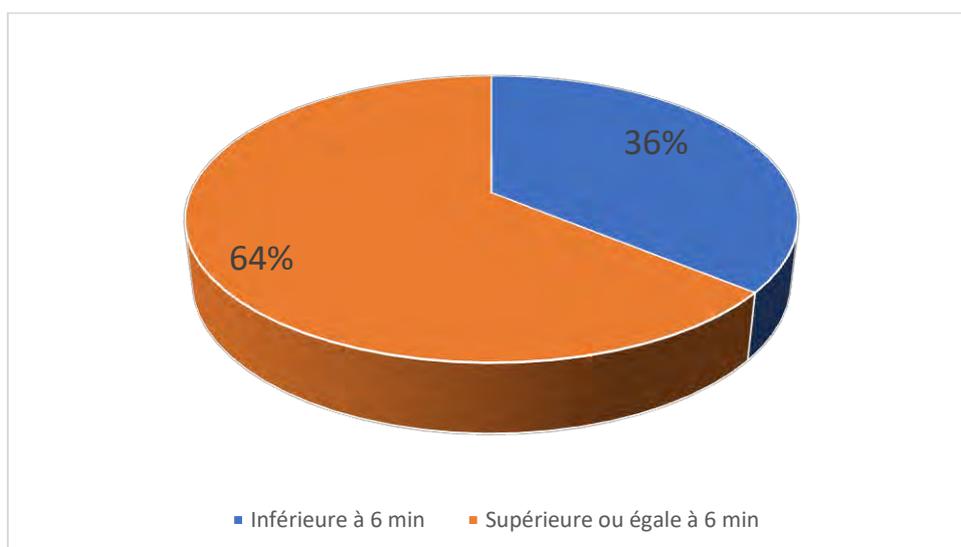


**Figure 30: Répartition des patients selon les résultats de l'échocardiographie de repos**

## 2-6. Durée de l'effort

Elle a été répertoriée chez 75 patients. La durée moyenne de l'effort était de  $11,7 \pm 5$  min avec des extrêmes de 1 min et 26 min. elle était inférieure à 6 min chez 27 patients soit 36%.

La **figure 31** illustre la répartition des patients selon que la durée de l'effort soit supérieure ou inférieure à 6 min.



**Figure 31: Répartition des patients selon la durée de l'effort**

## 2-7. Validité du test selon le pourcentage de la fréquence maximale théorique atteinte

Le test était maquillé chez 10 patients soit 11,1%. Ils avaient tous atteint 62% de leur FMT, le test était ainsi considéré comme maximal chez eux. Quatre d'entre eux avaient un test positif.

Chez le reste des patients (80), le test n'était pas maquillé. Il était sous maximal chez 21 d'entre eux, parmi lesquels 07 étaient positifs, 12 négatifs et 02 non contributifs.

Cinquante-neuf (59) patients avaient un test non maquillé, maximal. Le test était négatif chez 44 d'entre eux et positif chez le reste.

Le **tableau VII** illustre la répartition des patients selon le résultat final du test et la validité du test évaluée par le pourcentage de FMT atteint.

**Tableau VII: Validité et résultat final du test selon le pourcentage de FMT atteint**

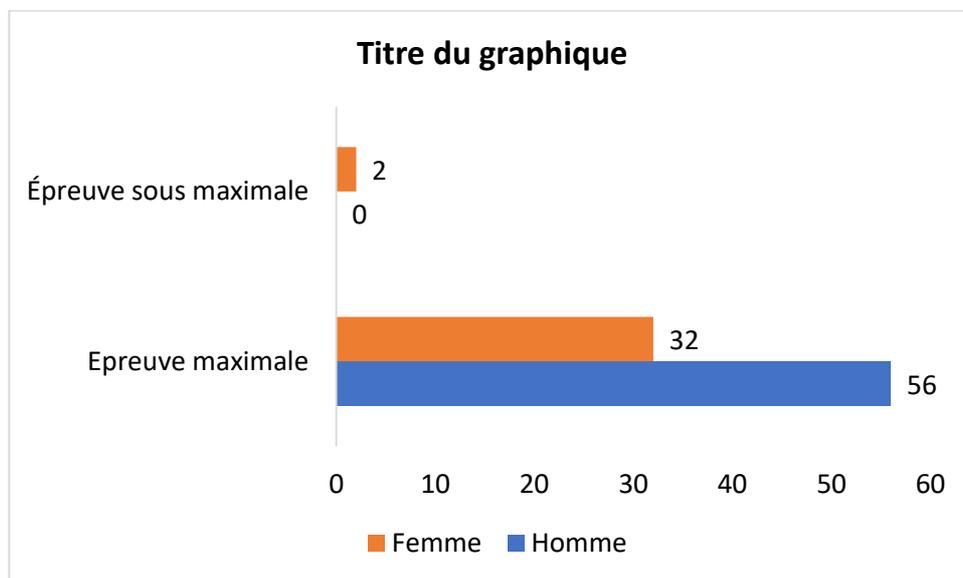
<b>TEST</b>	<b>Positif</b>	<b>Négatif</b>	<b>Non contributif</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Non maquillé maximal</b>	<b>15</b>	<b>44</b>	<b>00</b>	<b>59</b>
<b>Non maquillé sous maximal</b>	<b>07</b>	<b>12</b>	<b>02</b>	<b>21</b>
<b>Maquillé maximal</b>	<b>04</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>10</b>
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>	<b>62</b>	<b>02</b>	<b>90</b>

## 2-8. Charge atteinte en Mets

La charge maximale moyenne atteinte était de  $12,9 \pm 4,9$  Mets.

La valeur considérée dépend du sexe. Chez les 34 femmes répertoriées, deux (02) avaient une charge maximale inférieure à 5 Mets. Chez les hommes, tous les 56 patients avaient une charge maximale supérieure à 7 Mets.

La **figure 32** montre la répartition des patients selon la validité du test évaluée par la charge atteinte en Mets.

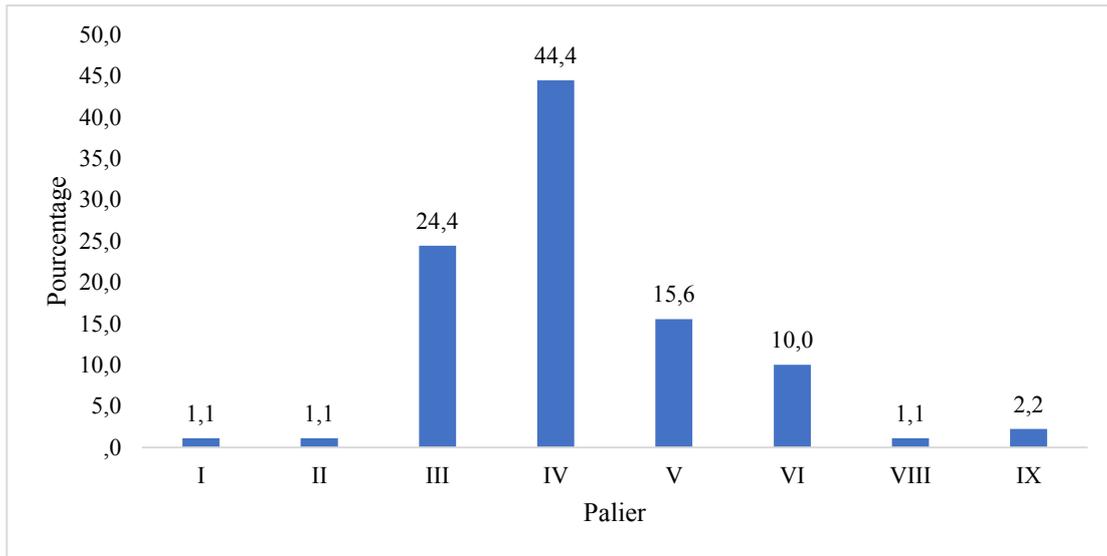


**Figure 32: Validité du test selon la charge atteinte en Mets**

## 2-9. Pallier maximal atteint

Les patients se sont majoritairement limités au pallier IV, dans 44,4% des cas suivi du pallier III dans 24,4% des cas et du pallier V dans 15,6% des cas.

La **figure 33** montre la répartition des patients selon le pallier maximal atteint.

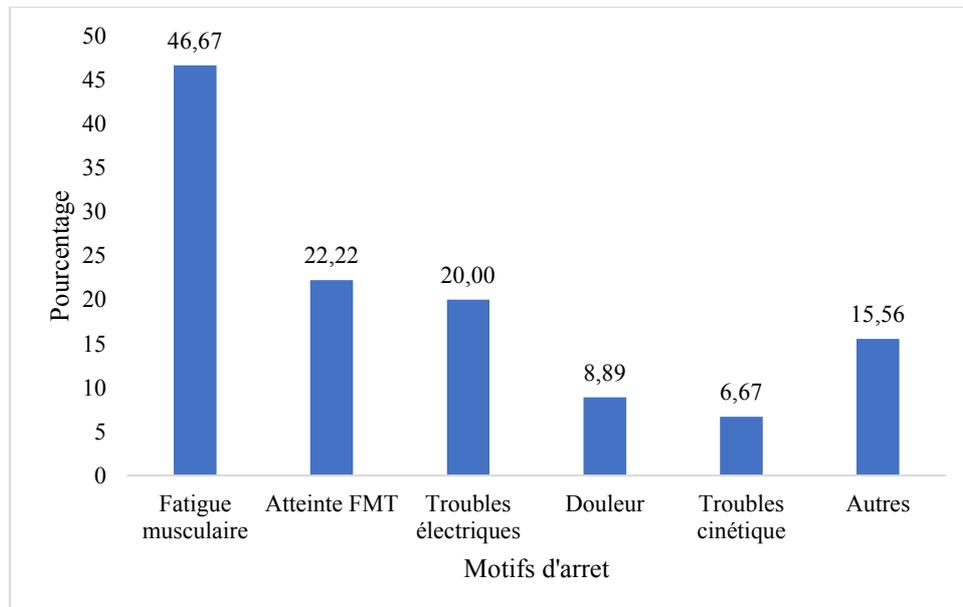


**Figure 33: Répartition des patients selon le palier maximal atteint**

### 2-10. Motifs d'arrêt de l'effort

Le motif d'arrêt le plus fréquemment retrouvé était la fatigue musculaire dans 46,67% des cas, suivie d'une atteinte de la FMT dans 22,2% des cas et d'apparition des troubles électriques dans 20% des cas.

La **figure 34** illustre la répartition des patients selon le motif d'arrêt de l'effort.



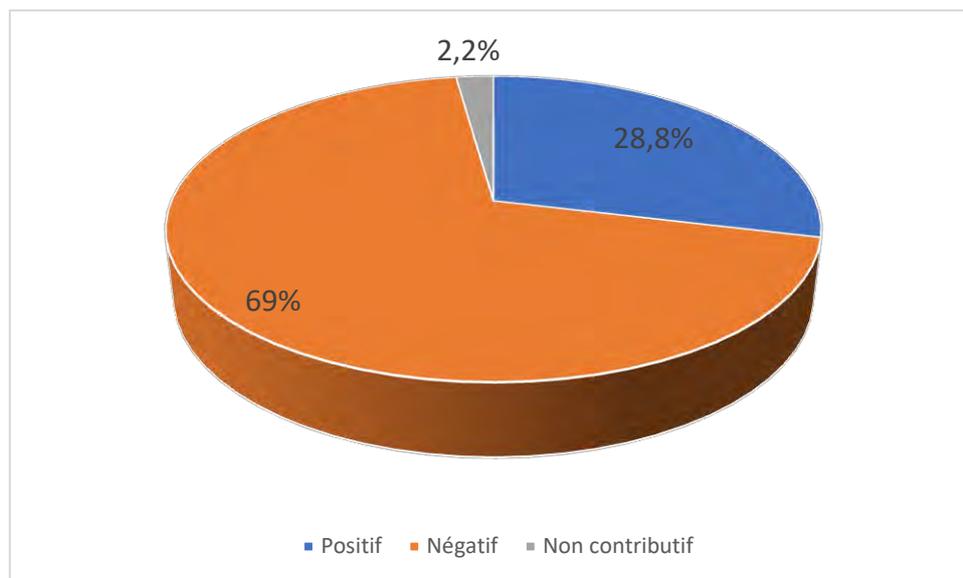
**Figure 34: Répartition des patients selon le motif d'arrêt de l'effort**

## 2-11. Résultats finaux des tests ischémiques

Au total, 26 (28,8%) tests étaient positifs, 62 (69%) négatifs et 02 (2,2%) non contributifs. Ces résultats sont illustrés sur la **figure 35**.

Dix (10) tests sur 26 étaient positifs sur le plan échocardiographique avec des troubles de la cinétique.

Huit tests sur 26 étaient positifs sur le plan clinique avec une douleur thoracique. Vingt-deux (22) patients sur 26 présentaient des troubles électriques et 15 d'entre eux ne présentaient pas de trouble de la cinétique associée. Parmi les troubles électriques on notait 19 sous décalage du segment ST. Ailleurs, 4 patients présentaient des troubles du rythme ventriculaire dont 1 bigéminisme, 2 ESV répétées et un TV non soutenue.



**Figure 35: Répartition des patients selon le résultat final du test**

## 2-12. Résultats des coronarographies

Quinze patients ont bénéficié d'une coronarographie.

Chez les 10 patients qui présentaient des troubles de la cinétique à l'effort, 08 ont fait une coronarographie. Elle était normale chez 04 d'entre eux. La valeur prédictive positive est alors de 50% dans notre étude.

Chez un patient, la coronarographie montrait atteinte bitronculaire avec une lésion intermédiaire de la Cx2 et une lésion intermédiaire de la CD2, alors que le test était négatif. Il constitue ainsi un faux-négatif. La sensibilité est alors de 80% dans notre étude.

Chez les 15 patients qui présentaient des troubles électriques isolés, 06 ont fait une coronarographie qui était normal pour chacun d'entre eux.

Ces résultats sont illustrés dans le **tableau VIII**.

**Tableau VIII: Répartition des patients reçus pour test ischémique selon les résultats de la coronarographie**

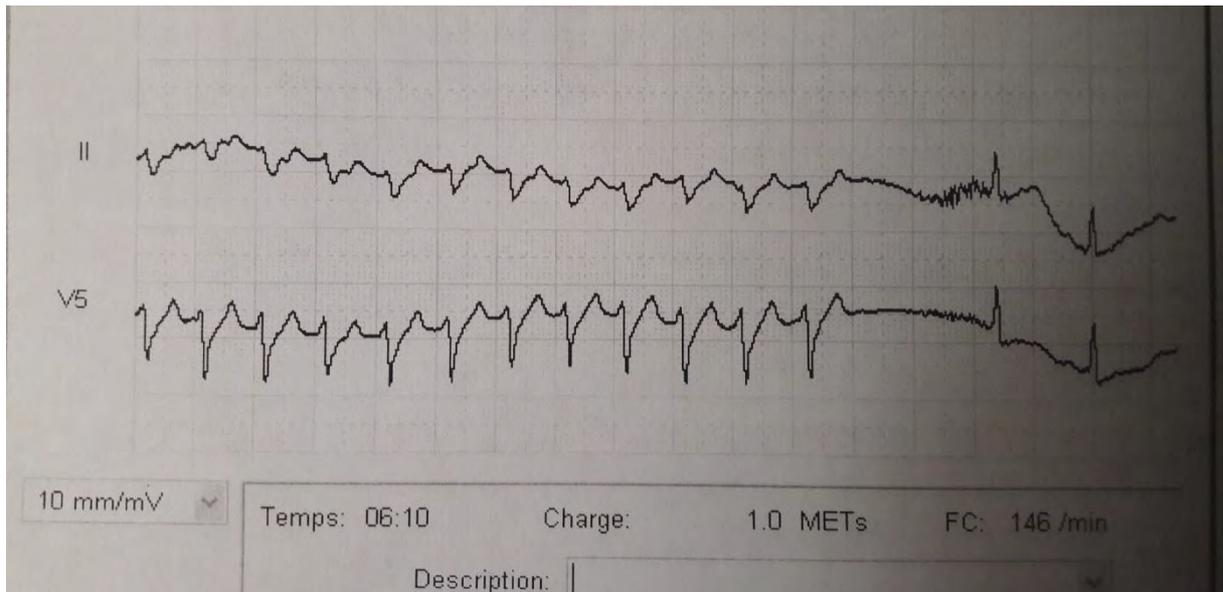
Résultats des tests chez les patients avec Coronarographie	Atteinte coronaire	Coronarographie normale	<b>TOTAL</b>
<b>Troubles de la cinétique</b>	04	04	08
<b>Troubles électriques isolés</b>	00	06	06
<b>Test normal</b>	01	00	01
<b>TOTAL</b>	05	10	<b>15</b>

### **2-13. Complications**

La seule complication mineure notée fut une tachycardie ventriculaire non soutenue, illustrée à la **figure 36**. Il n'y avait pas de TV soutenue, ni de nécrose myocardique ni de décès.

La TV non soutenue est survenue chez un homme de 39 ans, obèse (IMC= 31,9 kg/m<sup>2</sup> ; périmètre abdominal = 106 cm). Il a été reçu pour un test ischémique devant un angor d'effort typique. L'électrocardiogramme et l'échographie cardiaque de repos étaient normaux. Le test était positif sur le plan clinique,

électrique et échocardiographique à 50 watts. La coronarographie avait révélé une lésion courte et serrée du segment 1 de l'IVA pour laquelle une angioplastie par stenting direct avec pose d'un stent nu (2.15x18mm) a été réalisée. L'échocardiographie d'effort de contrôle faite 1 mois après était négatif après une charge de 125 watts.



**Figure 36: Tachycardie ventriculaire non soutenue à une charge de 50 watts**

# **DISCUSSION**

### **3- DISCUSSION**

#### **Limites du travail**

L'objectif de ce travail était de rapporter les résultats de l'échocardiographie d'effort dans la maladie coronaire, examen qui a été débuté dans notre structure en 2016.

La limite principale de cette étude est son caractère rétrospectif expliquant la tenue incomplète des dossiers, l'absence de certaines données de l'anamnèse, de l'effort et des examens paracliniques, ce qui a sous-estimé les résultats.

Ailleurs la coronarographie a fait défaut chez plusieurs patients, ce qui a constitué une entrave à l'évaluation de la sensibilité du test.

#### **3-1. Volume d'activité**

Plusieurs études ont montré que l'utilisation de l'imagerie cardiaque avait considérablement augmentée ces dernières années [60,61]. En occident, cette affirmation a été confirmée par plusieurs études comme celle de **Carpégianni** et **Al** [62] où le taux d'utilisation de l'échocardiographie d'effort était passé de 0% à 50% entre 1983 et 2009.

La population de notre étude est de 90 patients sur 34 mois. Ceci paraît être faible vu la prévalence de la maladie coronaire qui ne cesse de croître dans nos régions. En Afrique noire, aucune donnée épidémiologique n'a été retrouvée sur l'échocardiographie de stress [12]; alors qu'on sait que les tests non invasifs, particulièrement l'échocardiographie de stress peuvent établir la probabilité de la maladie coronarienne avec un degré de certitude acceptable [63]. Ceci est encore plus vrai dans nos contextes où l'accessibilité à la coronarographie est limitée. Les praticiens devraient ainsi songer à prescrire davantage l'échocardiographie de stress vu tout l'intérêt qu'elle présente.

### **3-2. Sexe**

Dans notre étude on note une nette prédominance masculine avec 62,2% d'hommes et 37,8% de femmes et un sex-ratio à 2,35. Cette prédominance masculine est corrélée à celle observée dans la maladie coronaire qui varie entre 65 et 80% en Afrique [64].

### **3-3. Facteurs de risque cardio-vasculaires**

L'hypertension artérielle était le facteur de risque le plus fréquemment retrouvé, dans 62% des cas. Ceci reflète les données retrouvées dans la littérature africaine avec une prévalence de 59,7% selon l'étude **CORONAFRIC II** [5]. En occident, le même constat a été fait, **Carpégianni** [62] retrouvait une prévalence de l'hypertension artérielle estimée à 69% chez 557 patients ayant bénéficié d'une échocardiographie d'effort.

L'échocardiographie d'effort trouve tout son intérêt chez les patients hypertendus vu que l'hypertension artérielle est une maladie largement sous diagnostiquée et sous traitée, et révélée parfois par une cardiopathie ischémique [65]. Elle augmenterait de 5 fois le risque relatif de coronaropathie [66].

### **3-4. Symptômes**

Concernant les symptômes, la majeure partie soit 51,6% avaient consulté pour une douleur thoracique typique. On note une proportion non négligeable de douleurs atypiques (18,7%) et de patients asymptomatiques (14%). Ces résultats rejoignent le constat de **Carpégianni et al** [62] (2016), qui dans une étude faite sur 27 ans, scindé en 3 périodes de 1983 à 1991, puis de 1992 à 2000 et de 2000 à 2009 retrouvaient une diminution progressive du pourcentage de patients reçus pour une douleur typique au cours des 3 périodes 70%, 63% et 41% respectivement. Une augmentation progressive du pourcentage de patients asymptomatiques était également retrouvée 4%, 12% puis 24% respectivement durant les 3 périodes. L'explication retrouvée par ces auteurs était la pression

économique exercée par la gouvernance de la santé publique pour augmenter les volumes d'activité, ce qui entraînerait des changements dans les pratiques de référence et l'acceptation de toutes les indications indépendamment de leur pertinence [67]. Cet aspect n'a pas été étudié dans notre travail, cependant nos résultats devraient nous inciter à une meilleure évaluation des probabilités pré-test qui pourrait permettre de limiter les prescriptions inappropriées.

### **3-5. Probabilités pré-test**

Huit virgule un pour cent des patients avaient une probabilité prétest faible et ne devrait donc pas bénéficier d'un test d'effort selon les recommandations de l'ESC sur l'angor stable [68]. La majeure partie des patients, 61,6% avaient une probabilité intermédiaire bas entre 15 et 65%, une épreuve d'effort simple serait justifiée chez eux ; cependant, les recommandations préfèrent l'échographie d'effort si elle est disponible. L'indication d'une échocardiographie de stress n'était formelle que chez 27,9% des patients qui avaient une probabilité entre 66 et 85%. Les 2,3% restant avaient une probabilité pré-test supérieur à 85% et devraient donc directement bénéficier d'un test invasif. **Carpégianni**, dans son étude [62] retrouvait 27% de sujets ayant une probabilité pré-test faible, ce qui est bien supérieur au taux retrouvé dans notre étude. Cet auteur avait corrélé ses résultats à la diminution du nombre de sujets reçus pour une douleur typique, 41% ( $p < 0,001$ ) et une augmentation du nombre de sujets reçus pour douleur atypique, 22%. Des constats similaires ont été retrouvés dans notre étude pour les patients reçus pour douleur typique ou atypique avec respectivement 52,3% et 22%. Tout ceci démontre l'intérêt des PPT quand on sait que les méthodes de diagnostic non invasives basées sur l'imagerie pour la détection d'une coronaropathie présentent des sensibilités et des spécificités d'environ 85%. Par conséquent, 15% de tous les résultats de diagnostic seront faux [68].

Les praticiens ne devraient alors plus se baser sur les symptômes uniquement mais plutôt sur les probabilités pré-tests proposées par les recommandations pour la prescription d'un test diagnostique quelconque.

### **3-6. Médication avant l'examen**

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à la prise ou non de bêta-bloquant, ce qui définissait une épreuve d'effort maquillé ou non. 11,1% des patients étaient sous bêta-bloquant.

**Bouzas Mosquera [69]**, au cours de sa dernière période d'étude retrouvait 16,2% de patients sous bêta-bloquant. Ces 16,2% étaient constitués de patients qui étaient sous bêta bloquant et qui ont présenté leurs premiers signes d'ischémie aux urgences et chez qui une échocardiographie d'effort devrait être réalisé sans tenir compte de l'heure de leur dernière prise de médicament. Dans notre étude, l'explication à ce phénomène n'a pas été retrouvée car le mode d'admission des patients en salle d'échocardiographie n'a pas été précisé. Ceci nous aurait permis de savoir s'ils ont été préparés à l'avance ou s'ils ont été admis sans aucune préparation préalable.

Néanmoins, ce pourcentage de patients sous bêta bloquant retrouvé dans notre étude reste non négligeable. Il a été démontré que les sujets souffrant d'angine de poitrine et qui reçoivent des bêta bloquants pouvaient atteindre une capacité d'exercice plus élevé sans présenter de signes ischémiques [70]. Ceci est dû au fait que l'utilisation d'un  $\beta$ -bloquant diminue à la fois la FC incrémentale et maximale obtenue pendant l'exercice, limitant ainsi l'interprétation physiologique de la réponse cardiaque et ainsi la précision diagnostique [70].

La question de savoir s'il faut interrompre les  $\beta$ -bloquants avant le test a été discutée par plusieurs auteurs, et il a été retenu qu'une fenêtre de 24 à 48 heures devrait être observée avant l'examen [70].

### **3-7. Fréquence cardiaque maximale atteinte**

Elle permet de définir un test maximal ou sous maximal. Dans notre étude, le test était considéré comme maximal chez 76,69% des patients selon que leur test d'effort soit maquillé ou non par une prise de bêta-bloquant. Ces résultats sont supérieurs à ceux de **Carpégianni [62]** qui dans sa dernière période d'étude (2001-2012) avait retrouvé 70% de sujet avec un test maximal. Ces différences pourraient s'expliquer par le fait qu'on ait considéré deux groupes dans notre étude : les tests d'effort maquillés pour lesquels le test est considéré comme maximal si 62% de la FMT est atteinte et les tests non maquillés pour lesquels on visait 85% de la FMT alors que pour **Carpégianni** les tests étaient considérés « maximal » que si le patient atteignait 85% de sa FMT.

Dans les deux cas, l'hypothèse selon laquelle 85% de la FC maximale fournit un travail cardiaque suffisant pour diagnostiquer l'ischémie a été contestée par certains auteurs [71]. On devrait alors s'intéresser à d'autres paramètres tels-que l'âge, le sexe, le poids afin de mieux apprécier la « vraie » capacité maximale de chaque individu [70]. Ceci nous aurait aussi permis de poser des indications plus appropriées du type de stress, la dobutamine étant une alternative chez les patients incapables de fournir un effort suffisant.

### **3-8. Durée de l'effort et charge maximale atteinte en Mets**

Elles constituent des facteurs pronostic.

En considérant la charge maximale atteinte en METS, on constate que parmi les 34 femmes répertoriées, seules deux (02) avaient une charge maximale inférieure à 5 Mets et tous les hommes avaient une charge supérieure à 7 Mets. Ainsi, 97,7% des patients dans notre série sont considérés comme ayant une bonne capacité à l'effort. Ceci paraît être satisfaisant si on se réfère à certains auteurs comme **Adelaide M [72]** qui a démontré qu'une augmentation de 1 Mets sur la charge maximale atteinte est associée à une diminution de 10% sur le risque d'événement cardio-vasculaire chez l'homme et 14% chez la femme.

À côté de la charge atteinte en Mets, le pronostic peut être évalué par la durée de l'effort car selon une littérature abondante, la durée de l'exercice selon un protocole standard est un facteur prédictif puissant du pronostic chez les patients présentant une maladie cardio-vasculaire connue ou suspectée [70]. Trente-six pour cent (36%) de nos patients avaient une durée d'effort inférieure à 6 min, ce qui constituait un facteur de mauvais pronostic.

Ainsi, on remarque une grande différence en termes de pronostic en fonction du paramètre utilisé (charge atteinte en Mets ou durée de l'effort). Cependant, des études [76] ont montré que la capacité d'exercice indiquée en termes de durée ne permettait pas d'intégrer l'intensité de l'exercice et compromettrait implicitement la valeur pronostique du test. C'est ainsi que **Gerald [70]** a démontré que quantifier l'exercice en METs fournirait un format supérieur pour rendre compte de la capacité d'exercice. Néanmoins, même cette stratification n'est qu'approximative selon d'autres auteurs [73,74], car les différences de taille, de poids et de mode d'exercice modifient le potentiel de l'exercice et devraient idéalement être incorporées dans les stratifications des normes d'âge et de sexe.

### **3-9. Résultats finaux des tests ischémiques**

La majeure partie des tests étaient négatifs, 69% contre 28,8% de tests positifs et seulement 11,1% de tests positifs sur le plan échographique. Ces résultats vont dans le sens du constat de **Carpegianni [62]**, qui au cours de ses trois périodes d'étude a noté un déclin progressif des capacités diagnostic de l'échocardiographie d'effort avec respectivement 42%, 26% et 22% de tests positifs. De même, **Bouzas Mosquera [69]** au cours de ses périodes d'étude 1997-2000, 2001-04, 2005-08 et 2009-12, observait une diminution progressive de la fréquence de détection de l'ischémie myocardique par l'échocardiographie d'effort (respectivement 35,3%, 32,2%, 29,2% et 25,4%). Plusieurs raisons pourraient être à l'origine de ce pourcentage faible de tests positifs, nous pouvons en citer :

En premier, le pourcentage non négligeable de patients présentant une probabilité pré-test faible (8,1%), chez qui une échocardiographie de stress ne devrait normalement pas être indiquée. A côté des probabilités pré-test, on peut citer les symptômes [62]. Nous avons noté un pourcentage important de sujets reçus pour une douleur atypique (22%) ou même asymptomatiques (15,2%). Ces constats emmènent à proposer une meilleure évaluation de la probabilité pré-test permettant ainsi de poser une indication appropriée à chaque patient.

Deuxièmement, la gestion efficace des facteurs de risque pourrait affecter la capacité à documenter efficacement la présence d'une ischémie myocardique [62], car par exemple, les bêta-bloquants largement utilisés dans le traitement de l'hypertension artérielle, protègent de l'ischémie myocardique induite par le stress [75]. Dans notre étude l'hypertension artérielle est le facteur de risque le plus fréquemment retrouvé (62%) et une prise de bêtabloquants était retrouvée dans 11,1% des cas. Il faudrait ainsi mieux préparer les patients en revoyant leur médication, notamment les bêtabloquants qu'il faut arrêter 48 heures avant l'examen.

Troisièmement, nous constatons que la fatigue musculaire constituait le motif d'arrêt de l'effort le plus fréquemment retrouvé (46,7% des cas), ce qui ne permettait pas de maintenir l'effort pendant longtemps et ainsi de démasquer une éventuelle ischémie. Ceci constitue l'inconvénient majeur de l'échocardiographie d'effort sur bicyclette [7]. Certains patients éprouvent des difficultés à pédaler en position allongée, ou semi-allongée, ce qui peut les empêcher d'atteindre le niveau adéquat de performance [7]. D'autres alternatives comme un stress pharmacologique devraient donc être proposées à ce type de patients.

La conclusion est donc de poser une indication appropriée du type de stress, prescription basée avant tout sur l'évaluation de la probabilité pré test. La préparation du patient est également d'une importance capitale avant tout examen.

### **3-10. Coronarographie dans les tests ischémiques**

Quinze patients ont bénéficié d'une coronarographie.

On remarque que parmi les 10 patients qui avaient présenté un trouble de la cinétique à l'effort, 08 ont fait une coronarographie et 04 présentaient une atteinte coronaire, ce qui donne une valeur prédictive positive de 50%. Ailleurs, un patient a présenté des atteintes coronaires malgré l'absence de trouble de la cinétique à l'effort, la sensibilité de l'échocardiographie d'effort dans notre étude est ainsi de 80%.

La valeur prédictive positive est faible dans notre étude. Cependant, celle-ci n'a pas été incluse dans plusieurs études que nous avons consultées. Ceci est expliqué selon Metz [76] par le fait que ces valeurs sont particulièrement sujettes à des biais liés aux différences de profils de facteurs de risque retrouvés chez les patients et ainsi ne reflètent pas de façon objective l'efficacité du test.

Par contre, la sensibilité retrouvée dans notre travail (80%) est similaire aux valeurs retrouvées dans la littérature qui sont dans la fourchette de 80 à 85% [39- 77]. Ceci confirme la valeur diagnostique de l'échocardiographie d'effort qui présente l'avantage d'être moins coûteuse et moins nocive que les autres techniques utilisant des radio-isotopes et qui ont une sensibilité similaire.

A côté de la valeur diagnostique, nous pouvons parler de la corrélation entre les modifications électriques et les troubles de la cinétique. La question a été débattue par plusieurs études qui ont confirmé que la cinétique pariétale était plus sensible et plus spécifique que les modifications du segment ST dans la détection de coronaropathie [7]. Le constat est le même dans notre étude où tous les patients avec un test positif sur le plan électrique sans trouble de la cinétique ont eu des coronarographies normales. Ainsi, la cinétique pariétale étant à la fois un marqueur sensible et spécifique de l'ischémie et en raison des limites de l'interprétation des modifications électriques, la conclusion finale doit généralement se fier plutôt aux résultats échocardiographiques [7].

### **3-11. Complications**

Dans notre étude une seule complication mineure a été répertoriée, la tachycardie ventriculaire non soutenue. Il n'y avait pas de complication majeure (nécrose myocardique, décès). Le taux global de complication est ainsi estimé à 1,1%. Le plus grand registre des complications de l'échographie d'effort porte sur plus de 45 000 examens [78]. On n'y dénombre aucun décès, huit épisodes de fibrillation ventriculaire réanimés, cinq tachycardies ventriculaires soutenues, 51 tachycardies ventriculaires non soutenues, un infarctus du myocarde et 54 syndromes coronariens instables. Cet examen peut être considéré comme particulièrement sûr puisque le taux global de complications non mortelles est de 0,2%. Le taux plus élevé dans notre étude pourrait s'expliquer par une différence de cohorte.

Dans l'étude de **Jaafari** [79] faite avec la dobutamine chez 70 patients, on retrouvait un taux global de complication de 11,4% dont 7 complications rythmiques sévères (2 fibrillation auriculaire, 1 flutter, 2 épisodes d'ESV polymorphes, 2 tachycardies ventriculaires non soutenues). Un patient présentait un infarctus du myocarde.

Avec un taux de complication faible, l'échocardiographie d'effort constitue un examen sûr et confortable. Elle présente un taux de complications moindre comparée à l'échocardiographie sous dobutamine. Ainsi, chez les patients capables d'effectuer un test d'effort, il est recommandé de leur appliquer un stress physique plutôt que pharmacologique [80].

# **CONCLUSION**

La maladie coronaire antérieurement considérée comme inexistante en Afrique est devenue au fil des années une vraie réalité dans nos contextes avec une incidence qui était estimée en 2017 à 24% selon l'étude CORONAFRIC 2. Au Sénégal, la prévalence hospitalière des syndromes coronariens aigus est passée de 4,05% en 2006 à 7,61% en 2009. La prévention de ces syndromes coronaires aigus repose avant tout sur la prise en charge des facteurs de risque cardiovasculaires, mais aussi sur la détection précoce de la maladie coronaire. L'échocardiographie de stress occupe une place prépondérante dans la prise en charge de la maladie coronaire connue ou suspectée. Sa sensibilité et sa spécificité sont comparables à celles d'autres techniques plus nocives et plus coûteuses comme l'IRM, la scintigraphie et le coroscanner.

À notre connaissance, cette étude est un travail pionnier, aucune étude sur l'échocardiographie d'effort n'a été retrouvée en Afrique de l'ouest.

Au Sénégal, au service de cardiologie du centre hospitalo-universitaire Aristide Le DANTEC, l'échocardiographie d'effort est depuis 2016 un des moyens disponibles au quotidien dans la prise en charge de la maladie coronaire.

L'objectif général de cette étude était de rapporter notre expérience dans l'utilisation de cette technique dans le diagnostic de la maladie coronaire stable.

De façon spécifique, il s'agissait de :

- Décrire les caractéristiques épidémiologiques et cliniques des patients ayant bénéficié de l'examen,
- Rapporter les résultats de l'examen dans le diagnostic de la maladie coronaire stable
- Apprécier la faisabilité et la tolérance,
- Évaluer les performances du test en comparant ses résultats avec ceux des coronarographies.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons mené une étude rétrospective, descriptive allant du 1<sup>er</sup> décembre 2016 au 30 Septembre 2019.

Était inclus tout patient ayant bénéficié d'une échocardiographie d'effort dans le cadre du diagnostic de la maladie coronaire stable et chez qui au minimum les paramètres d'effort et le résultat final du test ont été retrouvés. Les échocardiographies étaient réalisées par deux Cardiologues expérimentées. Une bicyclette ergométrique avec table inclinable de marque GE était utilisée. L'échocardiographe était de marque GE model Vivid E9. Il y avait en continue un monitoring de l'ECG tout au long de l'examen avec un appareil de marque Schiller.

Les résultats étaient les suivants :

- Durant la période d'étude, 90 examens ont été répertoriés. On notait une prédominance masculine avec un sex-ratio à 1,64. Il s'agissait de patients majoritairement âgés de 50 à 59 ans (40,4%). Avec un âge moyen de  $57 \pm 10$  ans.
- Les facteurs de risque cardio-vasculaire répertoriés chez 50 patients étaient dominés par l'hypertension artérielle dans 62% des cas, suivie de la dyslipidémie dans 34% des cas.
- Concernant la présentation clinique, une douleur typique était majoritairement retrouvée, dans 52,3% des cas ; elle était atypique dans 22% des cas. La dyspnée était retrouvée chez 10,5% des patients et 15,2% étaient asymptomatiques.
- La probabilité pré-test était intermédiaire chez 89,5% des patients. Elle était faible chez 8,1% des cas et forte dans 2,3% des cas, ces derniers ne devraient normalement pas bénéficier du test et devraient faire l'objet d'une stratégie invasive.
- Pour ce qui est des paramètres de l'effort,
  - ✓ Le test était maquillé chez 10 patients soit 15,6% et était maximal dans 76,6% des cas.
  - ✓ Les patients se sont majoritairement limités au pallier IV dans 44,4% des cas, suivi du pallier III dans 24,4% des cas.

- ✓ Le motif d'arrêt le plus souvent retrouvé était une fatigue musculaire chez 46,67% des patients, suivie d'une atteinte de la FMT dans 22,22% des cas et d'apparition de troubles électriques chez 20% des patients.
- ✓ La capacité à l'effort évaluée par la charge atteinte en Mets montrait une incapacité significative chez 2 femmes.
- Les résultats finaux des tests ischémiques étaient les suivants :
  - ✓ Deux tests étaient considérés comme non contributifs. Vingt-six tests soit 28,8% étaient positifs et 62 soit 69% des tests étaient négatifs.
  - ✓ Dix (10) tests sur 26 étaient positifs sur le plan échocardiographique avec des troubles de la cinétique et huit sur le plan clinique avec une douleur thoracique. Vingt-deux (22) patients sur 26 présentaient des troubles électriques et 15 d'entre eux ne présentaient pas de trouble de la cinétique associée.
- Une coronarographie a été faite chez 15 patients parmi les 26 qui avaient un test positif.
  - ✓ Chez les 10 patients qui avaient des anomalies de la cinétique à l'effort, 05 présentaient des anomalies coronaires, la valeur prédictive positive était alors de 50% dans notre étude.
  - ✓ Chez un patient, la coronarographie montrait une lésion intermédiaire de la Cx2 et de la CD2 malgré un test normal sur tous les plans. La sensibilité de l'échocardiographie d'effort était alors de 80% dans notre étude.
  - ✓ La coronarographie faite chez 06 patients qui présentaient des troubles électriques isolés à l'effort était revenue normale.
- L'échocardiographie d'effort est jugée comme étant une technique sûre. Dans notre étude une seule complication mineure a été notée. Il s'agissait d'une tachycardie ventriculaire non soutenue. Ceci constituait 1,1% de l'ensemble des examens.

## RECOMANDATIONS

Au terme de notre étude, tenant compte des limites et au regard des résultats obtenus nous proposons les recommandations suivantes :

### ➤ **Aux populations**

- ✓ Consulter urgemment dans une structure de santé devant toute douleur thoracique.

### ➤ **Aux personnels médicaux**

- ✓ Penser davantage à demander une échocardiographie d'effort à la place de l'ECG d'effort dans le cadre du diagnostic d'un test ischémique,
- ✓ Bien évaluer et bien sérier les probabilités pré-test,
- ✓ Faire le bon choix du patient qui doit aller sur la bicyclette,
- ✓ Bien choisir le type de stress à utiliser,
- ✓ Se focaliser davantage sur les critères cliniques et échocardiographiques pour l'arrêt d'un effort.

### ➤ **Aux autorités administratives**

- ✓ Encourager et soutenir la politique de formation de spécialistes en Cardiologie.
- ✓ Équiper les hôpitaux publics et centre hospitalo-universitaires en échocardiographes de dernière génération.
- ✓ Développer et décentraliser les salles de cathétérisme interventionnel

**REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES**

1. **WORLD HEALTH ORGANISATION**, The top 10 causes of death, Cité 30 oct 2013, Disponible sur :  
<http://who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/>
  
2. **TICOLAT P, BERTRAND E, BARABE P et al.** Aspects épidémiologiques de la maladie coronaire chez le Noir Africain : à propos de 103 cas. Résultats de l'enquête multicentrique prospective CORONAFRIC. *Cardiologie tropicale*. 1991;17:7-20
  
3. **ASSANI AF.** Prise en charge des cardiopathies ischémiques : Etude rétrospective à propos de 27 cas colligés au service de cardiologie de l'Hôpital Général de Grand-Yoff. Thèse Méd, Université Cheikh Anta DIOP, Dakar; 2004, No 106.
  
4. **BA A.** Les cardiopathies ischémiques : étude prospective, à propos de 69 cas colligés à la clinique cardiologique du CHU Aristide Le Dantec de Dakar. Thèse Méd. Université Cheikh Anta DIOP, Dakar ; 2002, No 11.
  
5. **BA A.** Epidémiologie de la coronaropathie en Afrique. Congrès APPAC, 22 novembre 2017. Biarritz. [En ligne]. Disponible sur:  
[https://www.google.com/search?Epidémiologie de la coronaropathie en Afrique/](https://www.google.com/search?Epidémiologie+de+la+coronaropathie+en+Afrique/). Consulté le 10 novembre 2017.
  
6. **SICARI R, NIHOYANNOPOULOS P, EVANGELISTA A et al.** European Association of Echocardiography (EAE) (a registered branch of the ESC). Stress Echocardiography Expert Consensus Statement—Executive Summary. *Eur Heart J*. 2009;30:278-89

7. **COHEN A, HADDOUR N, EDERHY S et al.** Échocardiographie de stress: Logistique. In: COHEN A, GUERET P. Manuel d'échocardiographie clinique. Paris: Lavoisier; 2010,475-99.
8. **PETEIRO J, BOUZAS-MOSQUERA A.** Exercise echocardiography. *World J Cardiol.* .2010; 2(8):223-32
9. **HEIJENBROK K, FLEISCHMANN KE, HUNINK MG.** Stress echocardiography, stress single-photon-emission computed tomography and electron beam computed tomography for the assessment of coronary artery disease: a meta-analysis of diagnostic performance. *Am Heart J.* 2007;154: 415–23.
10. **OLMOS L, DAKIK H, GORDON R et al.** Long- Term Prognostic Value of Exercise Echocardiography Compared With Exercise 201Tl, ECG, and Clinical Variables in Patients Evaluated for Coronary Artery Disease. *Circulation.* 1998;98:2679-86.
11. **ARRUDA-OLSON A, JURACAN EM, MAHONEY DW et al.** Prognostic value of exercise echocardiography in 5,798 patients: is there a gender difference? *J Am Coll Cardiol.* 2002;39:625-31.
12. **MBAYE A, YAMEOGO NV, NDIAYE MB et al.** Dépistage de l'ischémie myocardique par l'échocardiographie de stress à la dobutamine chez le diabétique de type 2 à haut risque cardiovasculaire au Sénégal. *Ann Cardiol Angeiol.* 2011;60:67-70.

13. **BRAMI R, LAMBERT Y.** Traitement des syndromes coronaires aigus avec et sans sus-ST. In: *Encycl Méd Chir, Cardiologie*. Paris: Elsevier Masson; 2007, 011-030.
14. **HAKIM R.** Aspects épidémiologiques, thérapeutiques et évolutifs des SCA avec et sans sus décalage du segment ST : étude rétrospective à propos de 134 cas. Thèse Med. Université Cheikh Anta DIOP, Dakar; 2009,n°48.
15. **COLY BAH SM.** Prévalence des coronaropathies chez les sujets âgés de 40 ans et plus en population générale: étude transversale réalisée à Saint-Louis du Sénégal. Thèse Med. Université Cheikh Anta DIOP, Dakar; 2011,n°129.
16. <https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=2ahUKEwjx8vLVnuXlAhX98OAKHQT-CWlQjRx6BAgBEAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.cardio-paramed.com%2Ffr%2Fanatomie.html&psig=AOvVaw3GBN5fCE3NkhtiQy5zzZ30&ust=1573667566998213> (consulté le 12/11/2019)
17. **EKOU K.** Angioplastie coronaire en Côte d'Ivoire : données préliminaires du registre prospectif des actes de cardiologie interventionnelle de l'Institut de Cardiologie d'Abidjan (REPACI). Mémoire de CES de Cardiologie. Université Felix Houphouët Boigny, Abidjan; 2014, n°2116.
18. **NESTO RW, KOWALCHUK GJ.** The ischemic cascade: temporal sequence of hemodynamic, electrocardiographic and symptomatic expressions of ischemia. *Am J Cardiol*. 1987;59(7):23C-30C.

19. **VISSER CA, VAN DER WIEKEN RL, KAN G et al.** Comparison of two-dimensional echocardiography with radionuclide angiography during dynamic exercise for the detection of coronary artery disease. *Am Heart J.* 1983;106:528-34.
20. **SUGISHITA Y, KOSEKI S, MATSUDA M et al.** Dissociation between regional myocardial dysfunction and ECG changes during myocardial ischemia induced by exercise in patients with angina pectoris. *Am Heart J.* 1983;106:1-8.
21. <https://slideplayer.fr/slide/9369028/28/images/5/Cascade+ischémique+Épreuve+d'effort.jpg> (Consulté le 04 Novembre 2018)
22. **LEONI J.** Physiopathologie de l'athérosclérose : mécanismes et prévention de l'athérombose. 2010. <http://www.123bio.net/revues/jleoni/1chap2.htm> (Consulté le 12/11/2019)
23. **GORLIN R.** Evaluation of the patient with coronary heart disease. In: GORLIN R, editor: Coronary artery disease. Philadelphia:WB SAUNDERS; 1976,178.
24. **BLONDEAU M, HIMBERT J, LENEGRE J.** The electrocardiogram in angina pectoris of effort. *Arch Mal Coeur Vaiss.* 1958;51(3):263-83.
25. **MAOUAD J, GERBAUX A, SAUDEMONT JP et al.** Coronary stenosis in angina pectoris with normal resting electrocardiogram. *Arch Mal Coeur Vaiss.* 1977;70(9):909-19.

26. **GIANROSSI R, DETRANO R, MULVIHILL D et al.** Exercise-induced ST depression in the diagnosis of coronary artery disease : a meta-analysis. *Circulation*. 1989;80:87-98.
27. **VANZETTO G.** Evaluation de l'ischémie myocardique par ECG d'effort et scintigraphie myocardique. *Réalités cardiologiques*. 2012; 283:10-15.
28. **UNDERWOOD SR, ANAGNOSTOPOULOS C, CERQUEIRA M et al.** Myocardial perfusion scintigraphy : the evidence. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2004;31:261-91.
29. **ELLIS SG, VANDORMAEL MG, COWLEY MJ and al.** Coronary morphologic and clinical determinants of procedural outcome with angioplasty for multivessel coronary disease. Implications for patient selection. Multivessel angioplasty prognosis study group. *Circulation*. 1990;82:1193-202.
30. **IANOS G, MOREL MA, KAPPETEIN AP and al.** The SYNTAX Score: an angiographic tool grading the complexity of coronary artery disease. *EuroIntervention*. 2005;1:219-27.
31. **TIMI: The TIMI Study group.** The Thrombolysis In Myocardial Infarction trial. Phase I findings. *N Engl J Med*. 1985;312:932-6.
32. **KRAUNZ RF, KENNEDY JW.** Ultrasonic determination of left ventricular wall motion in normal man. Studies at rest and after exercise. *Am Heart J*. 1970;79(1):36-43.

33. **WANN LS, FARIS JV, CHILDRESS RH.** Exercise cross-sectional echocardiography in ischemic heart disease. *Circulation*. 1979;60(6):1300-8.
34. **FOX K, GARCIA MA, ARDISSINO D et al.** Guidelines on the management of stable angina pectoris: executive summary: the task force on the management of stable angina pectoris of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2006;27:1341-81
35. **AMSTRONG WF, RYAN T.** Stress echocardiography. In, Feigenbaum's echocardiography, 7th ed. Baltimore, Lippincott-Williams and Wilkins; 2010, 473-506.
36. **PARK TH, TAYAN N, TAKEDA K.** Supine bicycle echocardiography improved diagnostic accuracy and physiologic assessment of coronary artery disease with the incorporation of intermediate stages of exercise. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50(19):1857-63.
37. **SICARI R, NIHOYANNOPOULOS P, EVANGELISTA A et al.** European Association of Echocardiography. Stress echocardiography expert consensus statement executive summary : European Association of Echocardiography (EAE) (a registered branch of ESC). *Eur Heart J*. 2009;30:278-89.
38. **POPESCU BA, ANDRADE MJ, BADANO LP et al.** European Association of Echocardiography recommendations for training, competence, and quality improvement in echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2009;10:893-905.

39. **PASQUET A.** Place de l'échographie d'effort dans la maladie coronaire. *Réalités cardiologiques*. 2013;296:27-31.
40. <https://i2.wp.com/legazier.com/wpcontent/uploads/2015/03/coupes-4-cavités.png> (consulté le 22/12/2018)
41. **BETTONI M.** L'échocardiographie d'effort en 2007. *Rev Med Suisse*. 2007;3:32100.
42. <http://pe.sfrnet.org/Data/ModuleConsultationPoster/pdf/2011/1/b11e6bd2-e5df-4bc2-97e1-c5de9a22eb49.pdf>. (Consulté le 04/11/2018)
43. **MAHAJAN N, POLAVARAM L, VANKAYALA H.** Diagnostic accuracy of myocardial perfusion imaging and stress echocardiography for the diagnosis of left main and triple vessel coronary artery disease: a comparative meta-analysis. *Heart*. 2010;96(12):956-66.
44. **DIAMOND GA, FORRESTER JS.** Analysis of probability as an aid in the clinical diagnosis of coronary-artery disease. *N Eng J Med*. 1979;300:1350-58.
45. **GENDERS TS, STEYERBERG EW, ALKADHI H** and al. A clinical prediction rule for the diagnosis of coronary artery disease: validation, updating, and extension. *Eur Heart J*. 2011;32:1316–30.
46. **GARBER AM, SOLOMON NA.** Cost effectiveness of alternative test strategies for the diagnosis of coronary artery disease. *Ann Intern Med*. 1999;130:719-28.

47. **MARWICK TH, CASE C, VASEY et al.** Prediction of mortality by exercise echocardiography : A strategy for combination with the duke treadmill score. *Circulation*. 2001;103:2566-71.
48. **LANCELLOTTI P, BILGE AR, MIPINDA JB.**  
Significance of dobutamin induced changes in QT dispersion early after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*. 2001;88(9):939-43.
49. **SAWADA S, SEGAR D, RYAN T et al.** Echocardiographic detection of coronary artery disease during dobutamine infusion. *Circulation*. 1991;83:1605-14.
50. <https://slideplayer.fr/slide/3115657/11/images/5/Protocole+Dobutamine-Atropine.jpg>
51. **AHMAD M, TIANRONG X, MCCULLOCH M et al.** Real-time three-dimensional dobutamine stress echocardiography in assessment of ischemia: comparison with two-dimensional dobutamine stress echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37:1303-8.
52. **YANG H, PELLIKKA P, MCCULLY R et al.** Role of biplane and biplane echocardiographically guided 3-dimensional echocardiography during dobutamine stress echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006;19:1136-43.
53. **PICANO E, ALAIMO A, CHUBUCHNY V et al.** Noninvasive pacemaker stress echocardiography for diagnosis of coronary artery disease: a multicenter study. *J Am Coll Cardiol*. 2002;40:1305-10.

54. **BIAGINI E, SCHINKEL A, ELHENDY A et al.** Pacemaker stress echocardiography predicts cardiac events in patients with permanent pacemaker. *Am J Med.* 2005;118:1381-6.
55. **AHMAD M, TIANRONG X, MCCULLOCH M et al.** Real-time three-dimensional dobutamine stress echocardiography in assessment of ischemia: comparison with two-dimensional dobutamine stress echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37:1303-8.
56. **YANG H, PELLIKKA P, MCCULLY R et al.** Role of biplane and biplane echocardiographically guided 3-dimensional echocardiography during dobutamine stress echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2006;19:1136-43.
57. **LUCAS FL, DELORENZO MA, SIEWERS AE et al.** Temporal trends in the utilization of diagnostic testing and treatments for cardiovascular disease in the United States, 1993–2001. *Circulation.* 2006;113:374–9.
58. **COHEN A, SOULAT-DUFOUR L, ANCEDY Y et al.** Infarctus du myocarde et cardiopathie ischémique. In : *Échocardiographie en pratique.* Paris : Lavoisier Médecine Sciences; 2017,163-65.
59. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0221036304977463/pdf?md5=a426cf62ccab1eab36475f2cfa8c0c8f&pid=1-s2.0-S0221036304977463-main.pdf>.
60. **LUCAS FL, DELORENZO MA, SIEWERS AE et al.** Temporal trends in the utilization of diagnostic testing and treatments for cardiovascular disease in the United States, 1993–2001. *Circulation.* 2006;113:374–9.

61. **ALTER DA, STUKEL TA, NEWMAN A.** Proliferation of cardiac technology in Canada: a challenge to the sustainability of Medicare. *Circulation*. 2006;113:380-7.
62. **CARPEGGIANI C, LANDI P, MICHELASSI C et al.** The declining frequency of inducible myocardial ischemia during stress echocardiography over 27 consecutive years (1983–2009). *Int J Cardiol*. 2016;224:57-61.
63. **MONTALESCOT G, SECHTEM U, ACHENBACH S et al.** ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease. *Eur Heart J*. 2013;34:2949-3003.
64. **STEYN K, SLIWA K, HAWKEN S and al.** Risk Factors Associated With Myocardial Infarction in Africa. The INTERHEART Africa Study. *Circulation*. 2005;112:3554-61.
65. **WORLD HEALTH ORGANIZATION.** A global brief on Hypertension. Silent killer, global public health crisis [en ligne]. Disponible sur : [www.who.int](http://www.who.int). Consulté le 10 septembre 2017.
66. **KRA A.** Cardiologie interventionnelle en côte d'ivoire : étude des 100 premières angioplasties coronaires réalisées à l'Institut de Cardiologie d'Abidjan. Thèse Med. Université Felix Houphouët Boigny, Abidjan; 2014, n°5798.
67. **CARPEGGIANI C, MARRACCINI P, MORALES MA et al.** Inappropriateness of cardiovascular radiological imaging testing; a tertiary care referral center study. *PLoS One*. 2013;8:e81161.
68. **MONTALESCOT G, SECHTEM U, ACHENBACH S et al.** ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease. *Eur Heart J*. 2013;34: 2949–3003.
69. **ALBERTO BOUZAS-MOSQUERA, JESUS PETEIRO, FRANCISCO J. BROULLON et al.** Temporal changes in the use and results of exercise echocardiography. *Eur Heart J Cardiovas Imaging*. 2015;16:1207-12.
70. **GERALD F, PHILIP A, KLIGFIELD P et al.** Exercise Standards for Testing and Training. A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2013;128:873-934.
71. **WACKERS FJ.** Customized exercise testing. *J Am Coll Cardiol*. 2009;54:546-8.
72. **ADELAIDE M, ARRUDA O, EL DYN M et al.** Prognostic Value of Exercise Echocardiography in 5,798 Patients: Is There a Gender Difference?. *JACC*. 2002;4:625-31.

73. **KLIGFIELD P, LAUER MS.** Exercise electrocardiogram testing: beyond the ST segment. *Circulation*. 2006;114:2070-82.
74. **KIM ES, ISHWARAN H, BLACKSTONE E.** External prognostic validations and comparisons of age- and gender-adjusted exercise capacity predictions. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50:1867-75.
75. **SICARI R, NIHOYANNOPOULOS P, EVANGELISTA A et al.** European Association of Echocardiography. Stress echocardiography expert consensus statement–executive summary: European Association of Echocardiography (EAE). *Eur. Heart J*. 2009;30:278-89.
76. **METZ LD, BEATTIE M, HOM R.** The prognostic value of normal exercise myocardial perfusion imaging and exercise echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49:227-37.
77. **FLEISCHMANN KE, HUNINK MGM, KUNTZ KM et al.** Exercise echocardiography or exercise SPECT imaging?. *JAMA*. 1998;280:913-20.
78. **BECKMANN S, HAUG G.** National registry 1995-1998 on 150'000 stress echo examinations : Side effects and complications in 60448 examinations of the registry 1997-1998. *Circulation*. 1999;100(Suppl.):3401A.
79. **JAAFARI A, BOUKHRISS B, SELMI K et al.** Echocardiography under perfusion with dobutamine. Experience of Tunisian cardiologic service. About 70 cases. *Tunis Med*. 2004;82(4):373-6.
80. **PELLIKKA P, SHERIF F, ELHENDY AA et al.** American Society of Echocardiography Recommendations for Performance, Interpretation, and Application of Stress Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2007 ; 20 : 1021-41.

# RÉSUMÉ

## INTRODUCTION

Les maladies coronariennes seraient responsables d'après l'OMS de près de 7 millions de décès par an soit 12,8% de la mortalité globale en 2012. L'échocardiographie de stress occupe une place prépondérante dans le diagnostic et l'évaluation de la maladie coronaire. Il s'agit d'une technique sûre comparable aux autres techniques plus coûteuses et plus nocives. À notre connaissance, aucune donnée épidémiologique n'a été retrouvée sur l'échocardiographie de stress en Afrique sub-saharienne. L'échocardiographie d'effort est aujourd'hui la méthode la plus utilisée. L'utilisation de cette technique est récente au Sénégal. Le but de cette étude pionnière en Afrique de l'ouest est de revoir de façon critique sa faisabilité, sa tolérance et ses performances dans le cadre du diagnostic de la maladie coronaire stable.

## MÉTHODOLOGIE

Il s'agit d'une étude transversale rétrospective, réalisée sur 34 mois (01 décembre 2016 au 30 Septembre 2019) au service de Cardiologie de l'hôpital Aistide Le DANTEC de Dakar. Était inclus tout patient reçu pour échocardiographie d'effort dans le cadre du diagnostic de la maladie coronaire stable. Était exclu tout patient dont le résultat final du test et/ou les paramètres de l'effort n'étaient pas retrouvés. Les échocardiographies étaient réalisées sur bicyclette ergométrique (marque General Electrique) avec un appareil de marque Vivid E9 par 2 Cardiologues expérimentés. Le protocole était par pallier de 30 Watts chaque 3min.

## RÉSULTATS

Quatre-vingt-dix examens ont été étudiés. L'âge moyen des patients était de 57,3 +/- 10 ans. Le sex ratio était de 1,64.

L'hypertension artérielle était le facteur de risque cardio-vasculaire le plus fréquemment retrouvée, dans 62% des cas. La majeure partie des patients (89,5%) avait une probabilité pré-test intermédiaire. La capacité à l'effort évaluée par la charge maximale atteinte en Mets montrait une incompétence significative chez 02 patientes. La majeure partie des patients (44,4%) était limité au pallier IV. La fatigue musculaire était le motif d'arrêt de l'effort le plus représenté, dans 46,67% des cas.

Deux tests étaient non contributifs. Soixante-deux (62) tests étaient négatifs, soit 69% des cas et 26 positifs, soit 28,8% des cas. Huit tests étaient positifs sur le plan clinique à type de douleur thoracique, 10 sur le plan échocardiographique et 22 sur le plan électrique.

La coronarographie permettait de confirmer le diagnostic. Ainsi, la valeur prédictive positive était de 50% et la sensibilité de 80% dans notre étude.

La seule complication mineure notée fut une tachycardie ventriculaire non soutenue soit un taux de complication de 1,1%. Il n'y avait ni TV soutenue, ni nécrose myocardique ni décès.

**CONCLUSION :** L'échocardiographie d'effort est une technique sûre et confortable dans le diagnostic de la maladie coronaire. Elle permet de détecter celle-ci à une phase précoce. Notre étude a encore démontré sa fiabilité en montrant une sensibilité de 80%.

**Mots clés :** échocardiographie, bicyclette ergométrique, diagnostic de la maladie coronaire stable.