

UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE MEDECINE

Année 2019

N° 2019-43

THESE

Pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

(DES DE MEDECINE GENERALE)

Par

Salomé GIRARD
Né le 12 Juillet 1990 à Caen

Présentée et soutenue publiquement le 23 Avril 2019

SCINTIGRAPHIE MYOCARDIQUE ET COROSCANNER
CHEZ DES PATIENTS SORTANT DES URGENCES DU CHU DE NANTES AVEC SUSPICION D'ANGOR
INSTABLE : EVALUATION DE LA FILIERE FACT

Président du jury : Monsieur le Professeur Philippe LECONTE

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Julien SEGARD

Membres du Jury :

Monsieur le Professeur Jean-Michel SERFATY
Monsieur le Docteur Emmanuel MONTASSIER

Remerciements

A Monsieur le Pr Philippe LECONTE,

Vous me faites l'honneur de présider ce jury de thèse, je vous remercie de l'intérêt que vous avez bien voulu porter à ce travail.

A Monsieur Le Dr Emmanuel MONTASSIER,

Je vous remercie d'avoir accepté de juger cette thèse et de l'attention que vous y avez portée. Vous me faites l'honneur d'être membre de ce jury.

A Monsieur le Pr Jean-Michel SERFATY,

Je vous remercie de la considération que vous avez bien voulu porter à ce travail. Vous avez accepté très volontiers de juger ma thèse, j'en suis honorée.

A Monsieur le Dr Julien SEGARD

Je te remercie de ton implication et de ta confiance. Ce travail a été plus facile et agréable aux côtés du pédagogue et du passionné que tu incarnes, tant dans la direction de cette thèse qu'au sein du service d'urgence.

A mes parents, Agnès et Hervé,

Pour la gratitude que je n'ai jamais assez bien exprimée.

Pour avoir bâti en grande partie ce que je suis devenue, parce que vous gardiez cette confiance que je perdais parfois. Je ne peux me souvenir de tous ces moments de soutien et d'encouragement que vous m'avez apportés, mais je me souviens des instants de rire et d'apaisement dont j'avais besoin. Merci pour tout.

A ma sœur Roxane, à mon frère Mattéo,

Merci d'être toujours présents, dans les bons ou les moins bons moments, parce que la distance n'efface pas les piliers que vous êtes pour moi.

A toute ma famille,

A mes amis,

Les plus vieux, ceux qui restent,

Manon, Valentine, Clara, Justine, vous me connaissez mieux que personne, merci de votre amitié infailible dont j'ai profité toutes ces années d'études et sans laquelle tout aurait été beaucoup moins drôle.

Aux culturistes, parce que ces moments improbables passés avec vous me font sourire souvent. Je suis heureuse de vous avoir.

Une attention particulière à Robert qui m'a supportée en collocation, même si tu n'as pas vraiment eu le choix.

Et à Arthur, parce que je peux toujours compter sur toi, et pour m'avoir aidée dans ce travail en ta qualité de radiologue...

Aux Nantais, Guillaume, Louise et tous les autres,

Aux colocataires de l'internat Nazairien ou Luçonnais, pour les belles rencontres que j'ai faites.

A tous mes co-internes sans qui la journée passe moins vite, avec une mention spéciale pour la fine équipe de réanimation.

Aux équipes médicales et paramédicales qui m'ont accueillie dans mon parcours, notamment lors de mes stages à Saint Nazaire. Merci pour votre pédagogie et votre bonne humeur.

A mes praticiens, Diana, Anne-Marie et Olivier, qui m'ont guidée et soutenue dans cette fin d'internat. Merci pour votre gentillesse.

PLAN

Abréviations.....	7
I. Introduction.....	8
II. Rappels.....	8
II.1. Ischémie myocardique.....	8
II.1.1. Epidémiologie.....	8
II.1.2. Physiopathologie.....	9
II.1.2.1. Maladie Athéromateuse.....	9
II.1.2.2. L'ischémie myocardique.....	11
II.1.2.3. Formes cliniques de l'ischémie myocardique.....	13
II.1.3. Démarche diagnostique.....	13
II.1.3.1. Diagnostic clinique et probabilité pré test.....	14
II.1.3.2. Biomarqueurs.....	15
II.1.3.3. Tests non Invasifs.....	16
II.1.3.3.1. Recommandations.....	18
II.1.3.3.2. Stratification du risque.....	20
II.1.3.3.3. ECG d'effort.....	22
II.1.3.3.4. Echographie de stress.....	23
II.1.3.3.5. Scintigraphie de stress.....	24
II.1.3.3.6. IRM cardiaque.....	24
II.1.3.3.7. Coroscanner.....	25
II.2. Scintigraphie myocardique de stress.....	25
II.2.1. Principes.....	25
II.2.1.1. Intérêt de la scintigraphie myocardique.....	25
II.2.1.2. Déroulé de l'examen.....	26
II.2.1.3. Indications.....	27
II.2.1.4. Contre-indications.....	27
II.2.2. Interprétation.....	27
II.2.3. Limites.....	30
II.2.4. Valeur diagnostique.....	31
II.3. Coroscanner.....	33
II.3.1. Principes.....	33
II.3.1.1. Intérêt du coroscanner.....	33
II.3.1.2. Déroulé de l'examen.....	34
II.3.1.3. Modes d'acquisition.....	35
II.3.1.4. Indications.....	38
II.3.1.5 Contre-indications.....	38

II.3.2. Interprétation.....	39
II.3.2.1. Analyse des images.....	39
II.3.2.2. Classification CAD RADS.....	40
II.3.2.3. Score calcique.....	44
II.3.3. Limites.....	45
II.3.4. Valeur diagnostique.....	45
II.3.5. Nouvelles techniques	50
III. Etude : Analyse de la filière FACT aux urgences de Nantes.....	51
III. 1. Présentation de l'étude.....	51
III.1.1. Intérêt de la filière FACT.....	51
III.1.2. Objectif de l'étude.....	51
III.1.3. Matériel et méthodes.....	52
III.2. Résultats.....	54
III.2.1. Nombre de patients inclus.....	54
III.2.2. Description de la population.....	54
III.2.3. Résultats obtenus.....	57
III.2.3.1. Objectif principal.....	57
III.2.3.2. Objectifs secondaires.....	58
IV. Discussion.....	63
V. Conclusion.....	71
Bibliographie.....	73
Annexes.....	78

Abréviations

CAD RADS : Coronary Artery Disease Reporting and Data System

CD : artère Coronaire Droite

CT scan : Computerized Tomography scan

ESC : European Society of Cardiology

FACT : Filière Artère Coronaire Transmodalité

FEVG : Fraction d'Ejection du Ventricule Gauche

FMT : Fréquence Maximale théorique

IVA : artère Inter-Ventriculaire Antérieur

IDM : Infarctus Du Myocarde

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

SCA : Syndrome Coronarien Aigu

SPECT : Single Photon Emission Computed Tomography (scintigraphie)

VG : Ventricule Gauche

VTDVG : Volume Télé-dystolique du Ventricule Gauche

VTSVG : Volume Télé-systolique du Ventricule Gauche

I. Introduction

Les maladies cardiovasculaires endossent la première cause de mortalité mondiale, parmi elles, l'insuffisance coronarienne se place en tête des statistiques de prévalence et de létalité. La cardiopathie ischémique fait donc l'objet de d'une attention particulière au sein des sociétés savantes et sa prise en charge est codifiée dans les recommandations actuelles.

Toutefois, son diagnostic en premier recours est complexe car sa présentation clinique typique ne reflète pas la majorité des situations. La diversité des tableaux cliniques demande une évaluation minutieuse du praticien au vu des enjeux pronostiques. Or, la douleur thoracique est un motif extrêmement fréquent de recours aux urgences. Parmi ces patients, certains seront rapidement diagnostiqués et pris en charge lorsqu'ils présentent les caractéristiques d'un syndrome coronarien aigu avec sus élévation du segment ST (SCA ST+), d'autres seront orientés vers une étiologie extra cardiaque lorsque les caractéristiques cliniques ne sont pas suspectes, pour les patients restants, le médecin gardera une incertitude diagnostique. Le cas de la suspicion de l'angor instable est fréquent et sa prise en charge diagnostique et thérapeutique aux urgences est moins codifiée, et ses recommandations sont plus complexes. En pratique, ces patients sont reconduits au domicile après la consultation aux urgences. Nous nous sommes donc intéressés aux moyens permettant de faciliter cette prise en charge afin de limiter le risque encouru par le patient.

Les examens paracliniques préconisés dans l'exploration de l'angor instable sont le plus souvent des tests d'ischémie non invasifs. Parmi eux, deux des plus disponibles et performants au CHU de Nantes sont la scintigraphie myocardique de stress et le coroscanner. Une filière permettant d'accéder à ces deux examens en externe, directement après le passage aux urgences, a été créée au CHU de Nantes. Il s'agit de la filière FACT (Filière Artère Coronaire Transmodalité). Ce protocole est en place depuis Mai 2018, il est destiné aux sujets qui présentent une suspicion d'angor instable lors de leur passage aux urgences.

En se basant sur la littérature et l'étude des données des patients de la filière, nous avons cherché à analyser les points de fonctionnement de la filière FACT et son bénéfice pour le patient afin d'améliorer son utilisation et de la valider en pratique courante au sein des urgences du CHU de Nantes.

II. Rappels

II.1. Ischémie Myocardique

II.1.1. Epidémiologie

Les maladies cardiovasculaires constituent la première cause de mortalité à l'échelle mondiale, selon le bilan de l'OMS en 2015 le nombre de décès par cause cardiovasculaire s'élevait à 17,7 millions par an, soit 31% de la mortalité totale, avec en tête, les cardiopathies coronariennes. On constate une tendance à l'augmentation de leur prévalence, en effet, d'après les projections ce nombre se hausserait à 23,5 millions par an d'ici 2030 (1).

En France, elles s'imposent également comme un problème de santé publique majeur, en représentant la seconde cause de mortalité (150 000 décès par an) après les néoplasies (excepté chez la femme de plus de 65 ans, chez qui elles sont depuis peu passées en tête), avec pour origine des décès, en premier lieu, la cardiopathie ischémique (27%, devant les AVC et l'insuffisance cardiaque). Celles-ci représentent 28 milliards d'euros de dépenses annuelles (2).

Parmi elles, la cardiopathie ischémique constitue la 3^e ALD la plus fréquente en France après le diabète et les affections malignes, avec une prévalence de 2,9% dans la population française totale soit plus de 1 800 000 personnes. Au sein de cette population, plus de 220 000 patients ont bénéficié d'au moins une hospitalisation complète chaque année pour une pathologie d'origine coronarienne (3).

Aux urgences, la douleur thoracique est un motif de recours très fréquent, elle représente 1 à 5% des patients admis. Néanmoins, une étiologie coronarienne n'est en cause que dans 15 à 20% selon différentes études (4), voire seulement 12% des cas dans les services d'urgences français d'après une étude récente (5).

II.1.2 Physiopathologie

II.1.2.1 Maladie Athéromateuse

- L'athérogénèse :

La constitution d'une lésion athéromateuse débute par un défaut de perméabilité de l'endothélium vasculaire lié à des microtraumatismes, permettant ainsi une pénétration du LDL circulant dans la paroi artérielle. Le LDL oxydé va ensuite être capté par des monocytes qui vont se transformer en macrophages puis en cellules spumeuses, formant le noyau lipidique et créant une réaction inflammatoire chronique. Les cellules musculaires lisses de la media migrent vers l'intima puis prolifèrent en créant une chape fibreuse autour du noyau lipidique par la sécrétion de collagène.

- Evolution naturelle :

L'athérogénèse débute dès l'enfance et constitue précocement la lésion initiale: la strie lipidique, un épaissement focal de l'intima, présente essentiellement en regard des bifurcations artérielles. Par la suite, elle évolue progressivement vers la plaque d'athérome se composant d'un véritable noyau lipidique et d'une chape fibreuse.

En évoluant dans le temps, cette lésion devient symptomatique sous la forme d'un angor d'effort lorsque la sténose coronaire est supérieure à 50% de la lumière du vaisseau.

La plaque jusqu'alors stable peut également se transformer en plaque instable lorsqu'elle présente les caractéristiques de plaque vulnérable, à risque de thrombose et d'occlusion aigue. Les plaques vulnérables sont généralement constituées d'un gros noyau lipidique et d'une fine chape fibreuse. Ainsi, lors de la rupture de la chape fibreuse ou son érosion, le noyau lipidique mis en contact avec la circulation sanguine va activer un processus de thrombogénèse, résultant à l'apparition d'une thrombose aigue. Celle-ci se traduit cliniquement par une ischémie aigue soit par occlusion complète de la coronaire soit par embolie en aval du lit vasculaire. (6,7)

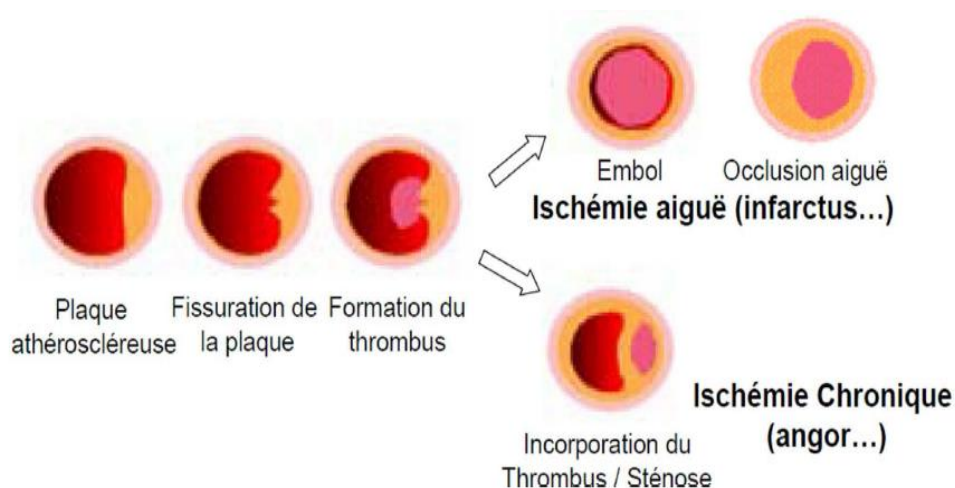


Fig. 1. Evolution de la plaque athéromateuse (6)

- Siège des lésions coronaires

Les plaques athéromateuses siègent le plus souvent dans 3 régions coronaires :

- Le segment proximal et moyen de l'Interventriculaire Antérieure et la naissance de la 1ere diagonale : 1
- Le segment distal de la Circonflexe : 2
- La croix du cœur au niveau de la Coronaire droite distale et l'origine de l'Interventriculaire : 3

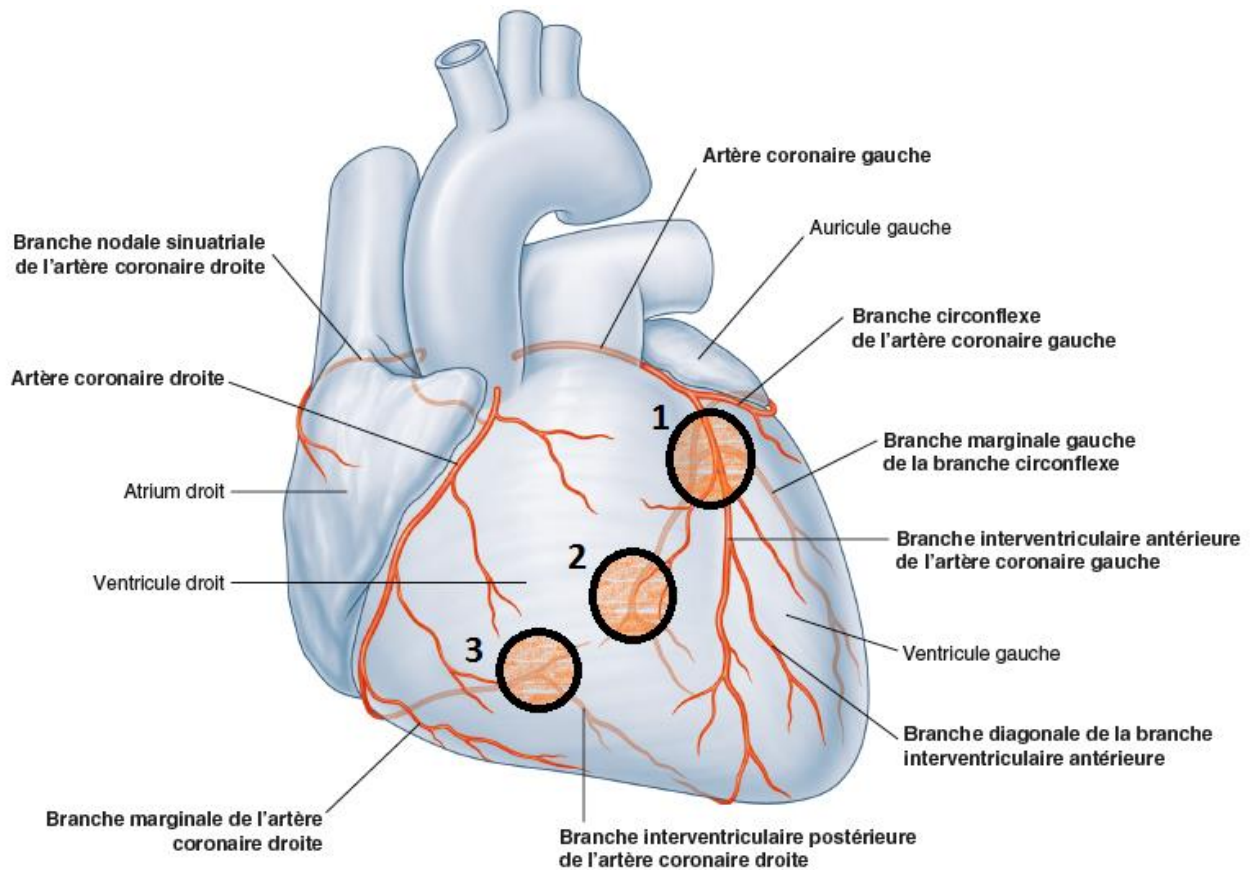


Fig. 2. Sièges préférentielle des lésions athéromateuses (8)

II.1.2.2 L'ischémie myocardique

Le mécanisme de l'ischémie myocardique résulte d'une inadéquation entre les besoins et les apports en oxygène au sein du tissu myocardique. S'en suit une cascade ischémique de plusieurs minutes altérant la fonction myocardique et pouvant se compliquer de nécrose myocardique en cas de non perfusion au-delà de 30 min.

- Déséquilibre apport / besoin en oxygène

Le défaut d'apport d'O₂ est lié à une diminution de la perfusion coronaire le plus souvent, ce phénomène est observé en cas de sténose ou occlusion coronaire, mais également lors de vasospasme. Par ailleurs, il peut aussi être à l'origine d'une ischémie fonctionnelle à coronaire saine en cas d'hypotension artérielle, d'anémie ou en contexte d'hypoxie.

Une augmentation des besoins en O₂ de la cellule myocardique est observée lors d'un épisode d'accélération de la fréquence cardiaque ou d'accentuation de la contractilité, souvent en lien avec l'effort, mais également lors d'un stress. (9)

- Mécanisme anaérobie

Cette hypoxie myocardique entraîne le passage à un métabolisme anaérobie par la glycolyse. En effet, les réserves ATP nécessaires à une activité contractile du myocarde n'excède pas 15 à 30 secondes, ainsi, on observe un acidose intra cellulaire avec une accumulation d'ions H⁺ et de lactate, puis une modification électrique membranaire due à la fuite des ions K⁺, se traduisant par une modification du segment ST à l'ECG.

- Cascade ischémique

Les différentes atteintes cardiaques se succèdent en moins de 5 minutes dans l'ordre chronologique suivant (9, 10) :

- On constate initialement une atteinte mécanique avec en premier lieu un dysfonctionnement de la fonction diastolique par atteinte de la compliance et troubles de la relaxation, puis une altération de la cinétique segmentaire (hypovolémie akinésie), enfin une dysfonction systolique si le siège de la lésion est étendu.
- Par la suite, on observe des anomalies ECG qui sont le fruit de modifications du potentiel transmembranaire et du potentiel d'action au niveau de la membrane cellulaire myocardique par mécanisme biochimique. On observe d'abord des anomalies de repolarisation du segment ST, on peut également constater ensuite des troubles de rythme et de conduction.
- La manifestation douloureuse apparaît seulement après quelques minutes, elle correspond à la libération de substances algogènes, principalement l'adénosine. Néanmoins, l'angor peut être absent du processus ischémique, il est inexistant chez 20% des coronariens et 40% des diabétiques.
- La nécrose myocardique apparaît après 20 à 30 minutes de non perfusion.

- Hibernation et sidération

- Hibernation : Il s'agit d'un système d'autoprotection lors d'une ischémie chronique du tissu myocardique non nécrosé. Devant une baisse de la perfusion, la contractilité du territoire ischémié est gravement altérée par la diminution de densité des récepteurs β , afin de maintenir une viabilité cellulaire de base. Ce phénomène est réversible assez rapidement après la revascularisation.
- Sidération : Elle fait suite à une ischémie aiguë d'un territoire ayant été revascularisé par la suite, la perfusion coronaire est donc restaurée. Il s'agit d'une dysfonction myocardique prolongée suite à des conséquences biochimiques de la séquence ischémie-reperfusion. Sa réversibilité est plus lente (jours à semaines).

II.1.2.3 Formes cliniques de l'ischémie myocardique

L'insuffisance coronaire peut se traduire cliniquement soit par des manifestations chroniques lorsqu'il existe une ou plusieurs sténoses coronaires incomplètes : il s'agit de l'angor stable qui se manifeste à l'effort, soit par des manifestations aiguës lors d'une sténose aiguë ou occlusion : il s'agit d'un syndrome coronarien aigu (SCA).

- L'angor stable se caractérise par l'apparition lors d'un effort, il résolutif en moins de 20 min spontanément ou après administration de dérivés nitrés. Il est connu depuis plus de 8 semaines, sans modification de fréquence, d'intensité ou de durée (contrairement à l'angor instable)

- Le syndrome coronarien aigu se présente par une douleur angineuse aiguë au repos, de plus de 20 min, celui-ci est divisé selon la classification actuelle de l'ESC en SCA avec ou sans sus-décalage du segment ST :

- SCA avec décalage du segment ST persistant (>20 min) : évoluant vers un infarctus myocardique et nécessitant une reperfusion en urgence.
- SCA sans sus-décalage du segment ST (4, 11) :
 - Avec augmentation des marqueurs biologique de nécrose myocardique : Infarctus myocardique sans sus décalage du segment ST, nécessitant une revascularisation rapide.
 - Sans augmentation de ces marqueurs donc sans nécrose : angor instable. L'angor instable peut également revêtir le tableau d'angor stable avec les caractéristiques suivantes : douleur de repos, crescendo ou de novo (apparue depuis moins de 8 semaines), angor post infarctus du myocarde.

II.1.3 Démarche diagnostique

Le diagnostic clinique et paraclinique des SCA ST+ et non ST+ avec ascension de la troponine est souvent rapide et laisse peu de place au doute, de plus, leur prise en charge aux urgences est protocolisée.

En revanche, le tableau de douleur thoracique accompagnée d'un ECG normal ou non qualifiant et d'enzymes cardiaques à taux normal est très fréquent dans les services d'urgences, et présente une difficulté diagnostique du fait de l'incertitude de l'origine coronarienne des symptômes. Or, celle-ci représentant un risque vital à plus ou moins long terme pour le patient, il est primordial d'éviter une erreur diagnostique.

Nous nous intéresserons donc à la prise en charge des douleurs thoraciques à ECG non qualifiant et à troponine négative.

I.1.3.1 Diagnostic clinique et probabilité pré test

Cette problématique d'incertitude diagnostique n'est pas récente, en 1979, Diamond et Forrester ont proposé un modèle de calcul de probabilité de maladie coronarienne basé sur le type de douleur (angor typique, atypique ou douleur thoracique non angineuse), sur le sexe et l'âge. En effet ils ont prouvé que ces 3 paramètres pour un patient donné permettaient de définir une probabilité fiable de coronaropathie clinique appelée probabilité pré test. (12)

Le type de douleur pour l'angor stable est qualifiée comme ci-dessous (11) :

Angor typique	Présente ces 3 caractéristiques : - Inconfort retrosternal de durée et de type caractéristique - Provoqué par l'effort ou le stress - Soulagé par le repos ou les dérivés nitrés en quelques minutes
Angor atypique	Présente 2 de ces caractéristiques
Douleur thoracique non angineuse	Présente ≤ 1 de ces caractéristiques

Tab. 1. Classification de la douleur thoracique selon le score de Diamond (11)

Ce modèle reflète la probabilité de coronaropathie pour une population donnée, il a été mis à jour selon les données de la population actuelle et est proposé par L'ESC comme base de démarche diagnostique pour les angors stables afin de guider la prise en charge (cf I.1.3.4 Recommandations) (11, 13, 14).

The Diamond-Forrester Model Updated

	Typical angina		Atypical angina		Non-anginal pain	
	Men	Women	Men	Women	Men	Women
Age						
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

PTP <15%

PTP 15-65%

PTP 66-85%

PTP >85%

PTP : Probabilité pré test

Tab. 2. Modèle de probabilité pré-test selon Diamond et Forrester, mis à jour. (11)

Ce modèle élaboré à partir de critères cliniques simples ne prime pas sur l'expérience et l'intuition du clinicien. Il est à pondérer par l'existence ou non d'un ou plusieurs facteurs de risque cardiovasculaire. Il permet de se donner une première idée du degré de probabilité de l'origine coronarienne des symptômes, qui va être précisée par la réalisation d'un électrocardiogramme.

L'ECG est une aide importante dans la démarche diagnostique et la décision de prise en charge. Il est recommandé qu'il soit réalisé dans les 10 min après le premier contact médical pour une douleur thoracique (4). Celui-ci peut être qualifiant s'il décrit des anomalies typiques de SCA, suspect lorsque ces anomalies ne répondent pas complètement aux critères de SCA, indécis s'il comporte des anomalies non spécifiques, ou normal. Aux urgences, l'ECG pour un SCA non ST+ est normal dans 1/3 des cas, notamment lorsqu'il est réalisé en dehors des épisodes douloureux, il est primordial de répéter les ECG régulièrement afin de potentialiser les chances d'observer des anomalies électriques. (4, 15)

En fonction de la probabilité pré test et du résultat ECG, le praticien sera en mesure de se faire une idée plus précise du degré de probabilité de coronaropathie en adoptant une démarche bayésienne. Celle-ci consiste à combiner la probabilité pré test avec le résultat « normal », « qualifiant », « suspect » ou « indécis » de l'ECG afin d'obtenir une probabilité faible à très forte d'atteinte coronarienne. Le résultat de cette démarche permettra de guider la prise en charge ultérieure du patient afin d'éviter au maximum à tort la méconnaissance de coronaropathie.

Une probabilité post ECG nulle à faible permettra d'orienter le praticien vers la recherche d'étiologies extra cardiaques. Une probabilité faible à forte nécessitera une surveillance du patient, le dosage de biomarqueurs et la répétition des ECG. Enfin, pour une probabilité forte à très forte, on s'orientera vers une prise en charge cardiologique en urgence.

II.1.3.2 Biomarqueurs

Le rôle des biomarqueurs de nécrose myocardique consiste essentiellement aux urgences à discriminer, dans les syndromes coronariens aigus sans sus-décalage du segment ST, les infarctus du myocarde sans ondes Q et les angors instables sans nécrose installée, ce qui est fondamental car leur prise en charge respective ne nécessite pas le même degré d'urgence.

Leur précision évolue au cours des années. L'utilisation de la troponine ultra-sensible depuis quelques années a permis, du fait d'une analyse biologique plus sensible que la troponine conventionnelle, d'effectuer un diagnostic plus rapide et donc de diminuer la durée de séjour aux urgences (16).

Son deuxième avantage est sa supériorité diagnostique de l'infarctus du myocarde sans onde Q. Elle apporte une meilleure valeur prédictive positive, en effet, une troponine dosée à plus de 5 fois la normale correspond à une valeur prédictive positive d'infarctus du myocarde de plus de 90% (4). En outre, sa valeur prédictive négative est plus élevée. Elle est en effet plus sensible à un taux de nécrose faible comparée à la troponine conventionnelle,

ainsi, parmi les SCA non ST+, la prévalence d'infarctus a augmenté et celle de l'angor instable a diminué, permettant à ces patients qui auraient été diagnostiqués à tort comme un angor instable, de bénéficier d'une thérapie adaptée, à savoir une revascularisation rapide. (17,18)

Néanmoins, l'élévation de la troponine ultrasensible reste un marqueur de lésion myocardique et non de lésion coronarienne, le contexte clinique doit faire partie de la démarche diagnostique, car une insuffisance coronarienne fonctionnelle à coronaire saine peut tout à fait mimer un tableau clinico-biologique identique.

Ainsi, les recommandations actuelles intègrent le dosage de la troponine comme référence biologique et permettant grâce à l'analyse combinée de la clinique et de l'ECG, une dichotomie dans la prise en charge de la douleur thoracique à probabilité clinique moyenne à forte :

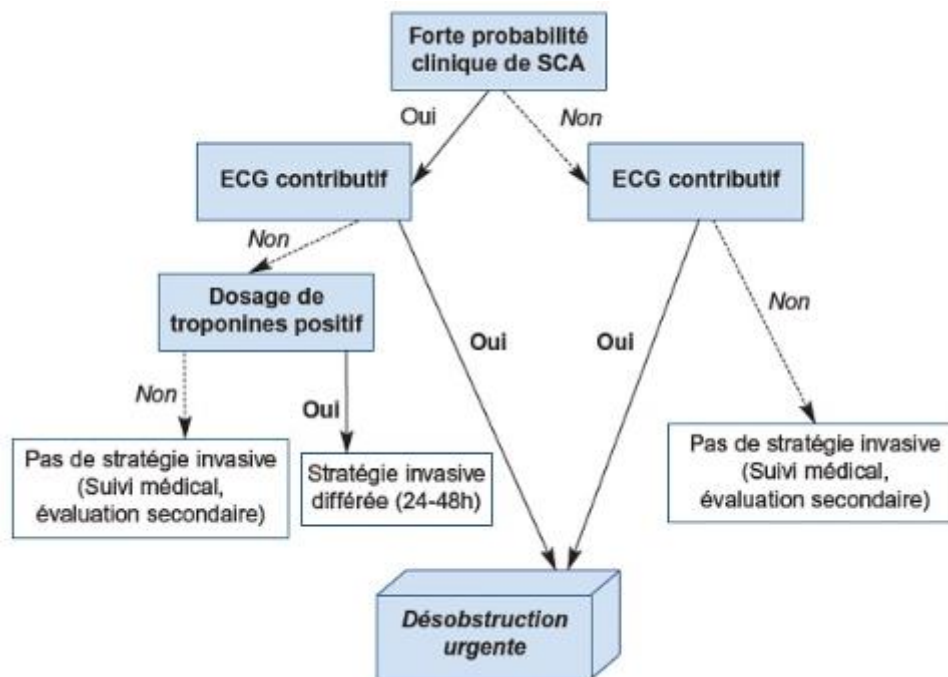


Fig. 3. Arbre décisionnel de la douleur thoracique vers la désobstruction coronaire selon l'HAS. (19)

Plus récemment, la Société Européenne de Cardiologie a annoncé de nouvelles recommandations concernant la cinétique et l'intervalle de dosage de la troponine ultrasensible (en réduisant celui-ci à 1h) lorsque des algorithmes validés sont disponibles. (4,6)

De même, le dosage de la copeptine, non encore utilisé en pratique courante comme biomarqueur de la nécrose myocardique, est sujet à des études cliniques qui lui montreraient une grande sensibilité dans son dosage précoce. (17)

Les recommandations actuelles permettent, grâce à cette prise en charge combinant les outils cliniques, électrocardiographiques et biologiques, de proposer une prise en charge standardisée, mettant en jeu la réalisation de tests non invasifs.

II.1.3.3 Tests non Invasifs

Ces tests d'ischémie sont dits non invasifs, en opposition à la coronarographie invasive qui reste l'examen de référence permettant de faire le diagnostic final de maladie

coronarienne obstructive (11). Ils sont utilisés en pratique pour détecter une atteinte coronarienne avec chacun un outil diagnostique propre, qui intervient à un moment précis de la cascade ischémique :

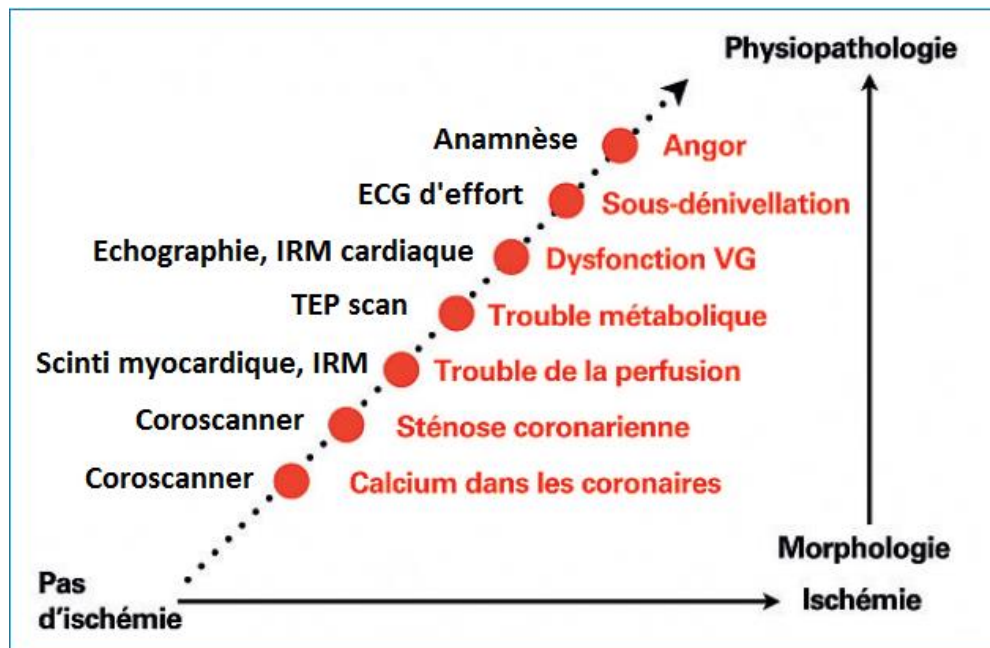


Fig. 4. Tests d'ischémie non invasifs disponibles selon la cascade ischémique (82)

Leur but est de stratifier le risque ischémique pour un patient donné afin de proposer une thérapie adaptée à ce risque, notamment de la nécessité ou non d'une revascularisation.

Ces tests ont des qualités de spécificité, sensibilité, valeur prédictive positive et négative propres (11) :

	Diagnostic de coronaropathie	
	Sensibilité (%)	Spécificité (%)
ECG d'effort	45-50	85-90
Echographie d'effort	80-85	80-88
Scintigraphie d'effort	73-92	63-87
Echographie de stress / Dobutamine	79-83	82-86
IRM cardiaque de stress / Dobutamine	79-88	81-91
Echographie de stress / vasodilatateur	72-79	92-95
Scintigraphie de stress / vasodilatateur	90-91	75-84
IRM cardiaque de stress / vasodilatateur	67-94	61-85
Coroscaner	95-99	64-83

Tab.3. Spécificité et sensibilité des tests non invasifs, d'après l'ESC (11)

II.1.3.3.1 Recommandations

Afin de proposer le test d'ischémie le mieux adapté au patient, la Société Européenne de Cardiologie proposent des recommandations selon la probabilité pré-test de chaque patient. On constate que les recommandations actuelles de la conduite à tenir sont très bien standardisées en ce qui concerne l'angor stable, en revanche, celles relatives à l'angor instable sont moins précises et laissent le choix du test à l'évaluation du praticien :

- Choix du test d'ischémie pour l'exploration de l'angor stable (11) :

La prise en charge d'une douleur suspecte d'angor stable est très standardisée (Fig 5):

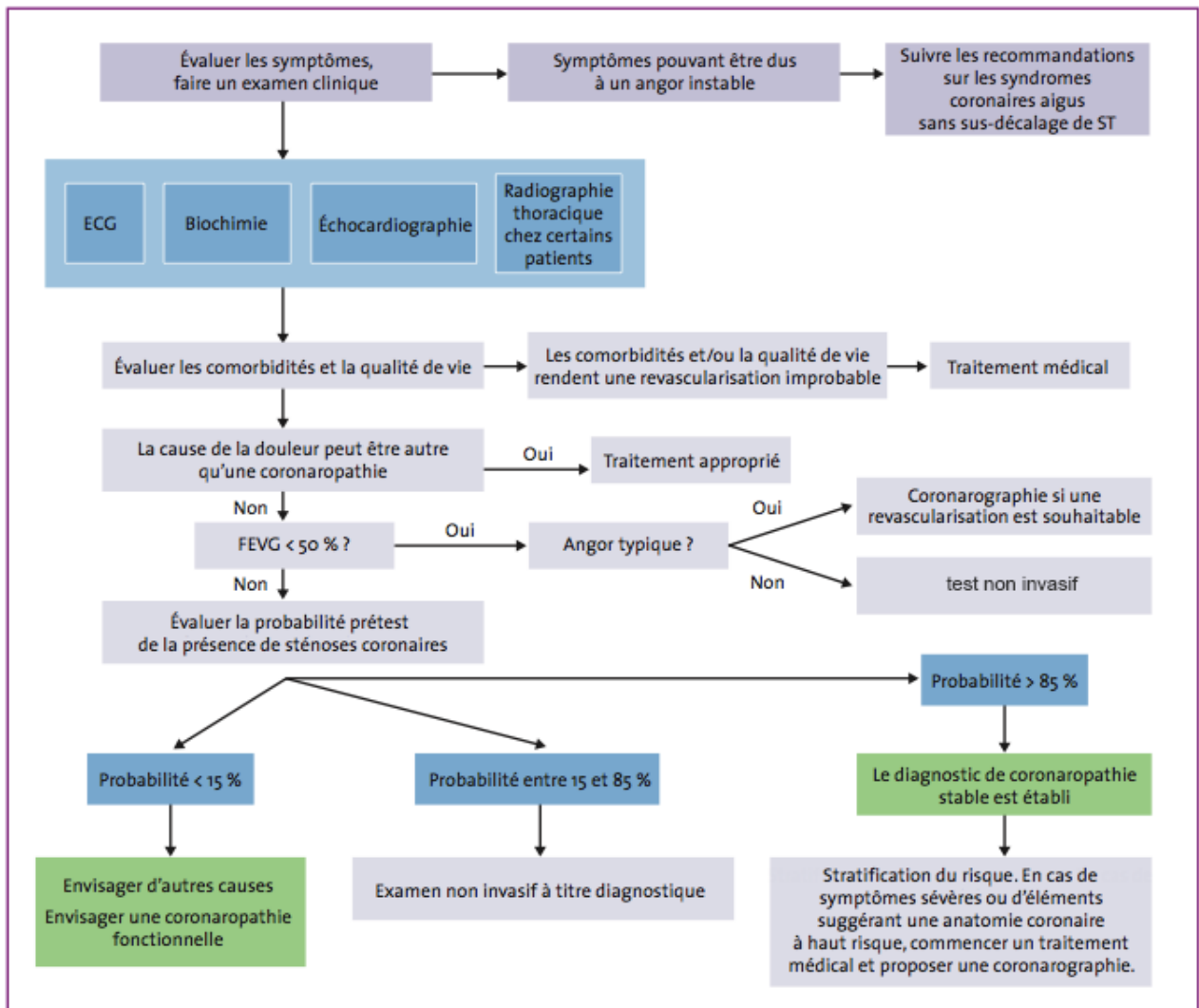


Fig. 5. Prise en charge initiale d'un angor stable d'après l'ESC (20)

Ensuite, le choix du test non invasif pour les patients ayant une probabilité clinique intermédiaire est également bien codifié pour l'angor stable (Fig 6.) :

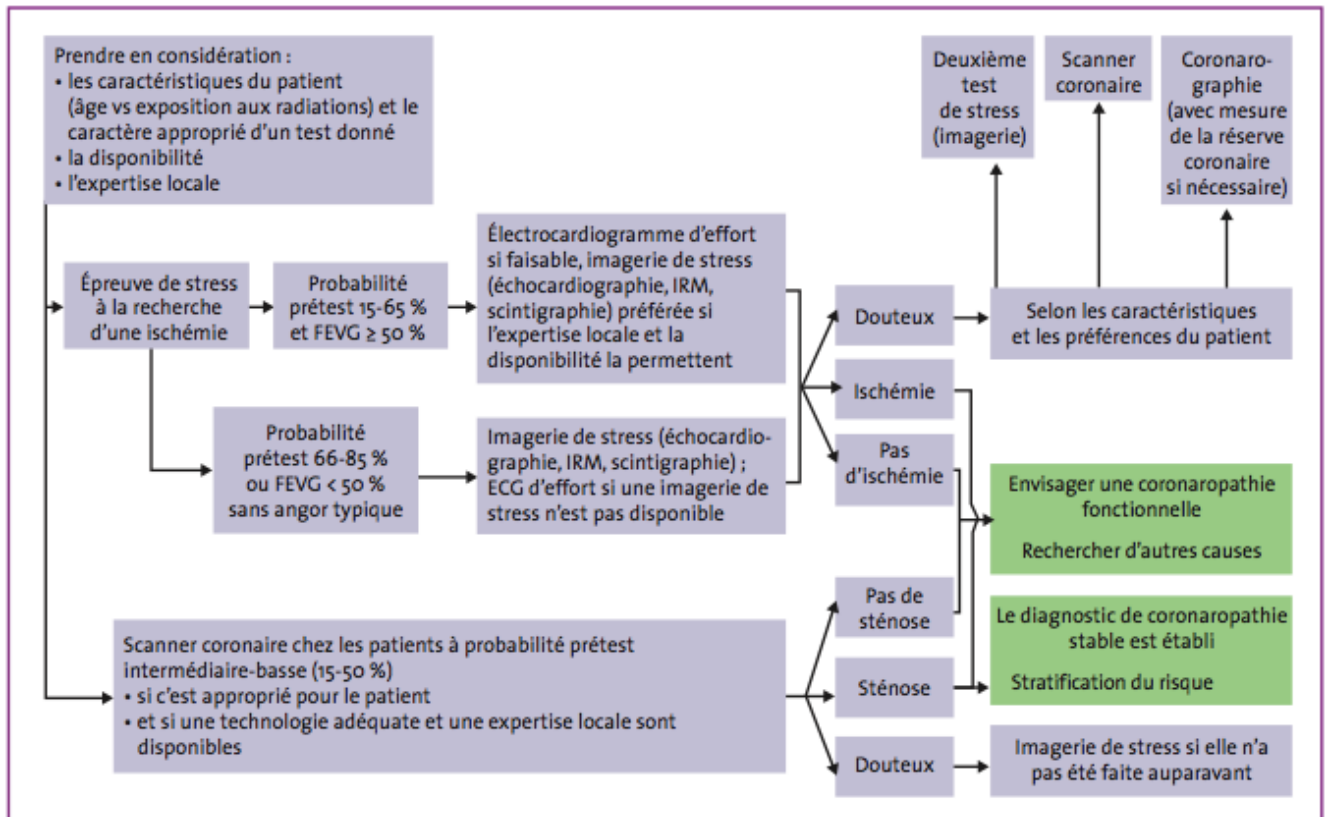


Fig. 6. Choix du test non invasif chez les patients à probabilité intermédiaire d'après l'ESC.
(20)

- Choix du test d'ischémie pour l'exploration de l'angor instable (4, 21) :

Les recommandations concernant la prise en charge de l'angor instable aux urgences, à la différence, sont beaucoup moins précises.

Tout d'abord il s'agit d'écartier un angor instable présentant un risque ischémique trop important qui ferait orienter le patient en coronarographie. Il est recommandé d'évaluer ce risque pour chaque syndrome coronarien aigu non ST+, selon des critères stricts et à l'aide de scores validés (GRACE). Ces scores sont basés sur la clinique, le terrain, l'ECG et la troponine et sont disponible dans les référentiels et sur Internet.

Critères de très haut risque
<ul style="list-style-type: none"> • Instabilité hémodynamique ou choc cardiogénique, douleurs persistantes ou récidive des douleurs réfractaires au traitement médical • Arythmies ventriculaires majeures ou arrêt cardiaque • Complication mécanique d'infarctus du myocarde • Insuffisance cardiaque aiguë liée au syndrome coronarien aigu • Altération du segment ST dynamique récurrente, en particulier élévation sus-décalage du segment ST intermittent
Critères de haut risque
<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation ou baisse des troponines cardiaques compatibles avec l'infarctus du myocarde • Altération dynamique du segment ST ou T (symptomatique ou silencieux) • Score de GRACE >140
Critères de risque intermédiaire
<ul style="list-style-type: none"> • Diabète, fraction d'éjection <40% ou insuffisance cardiaque • Angor postinfarctus précoce • Status post-revascularisation coronarienne (intervention coronarienne percutanée, angioplastie ou pontage) • Score de GRACE >109 et <140
Critères de bas risque
<ul style="list-style-type: none"> • N'importe quelle caractéristique non déjà mentionnée

Fig. 7. Critères de risque du SCA non ST+ d'après l'ESC (22)

Une prise en charge invasive est recommandée pour les risques intermédiaire, haut et très haut. Le délai de coronarographie est de 2h en cas de très haut risque, dans les 24h en cas de haut risque et dans les 72h en cas de risque intermédiaire.

Pour les patients à bas risque constituant la majorité des angors instables, une stratégie non invasive est recommandée par un test d'ischémie en externe, de préférence avec une imagerie (Echographie de stress, scintigraphie myocardique, IRM cardiaque ou coroscanner), le choix de ce test est laissé au praticien.

II.1.3.3.2 Stratification du risque

Le résultat de telles explorations permet au praticien d'appréhender le risque que comporte la pathologie ischémique détectée, le but étant *in fine*, d'orienter les patients vers une revascularisation quand le risque est jugé trop important. Ce concept est appelé stratification du risque d'événements futurs (11, 14). Cette stratification comporte un niveau de risque bas, intermédiaire et haut, basé sur la mortalité annuelle prédite, de respectivement <1%, 1 à 3% et >3%.

Chacun des tests d'ischémie a été validé pour permettre de stratifier ce risque selon les résultats obtenus. (Tab. 4).

ECG d'effort	Risque haut	Mortalité cardiovasculaire > 3 %/an.
	Risque intermédiaire	Mortalité cardiovasculaire entre 1 et 3 %/an.
	Risque bas	Mortalité cardiovasculaire < 1 %/an.
Imagerie	Risque haut	Ischémie > 10 % (scintigraphie: > 10 %; IRM: ≥ 2/16 segments avec des défauts de perfusion nouveaux ou ≥ 3 segments dysfonctionnant lors de l'épreuve à la dobutamine; échocardiographie de stress: ≥ 3 segments).
	Risque intermédiaire	Ischémie entre 1 et 10 % ou ischémie moindre que ci-dessus à l'IRM ou à l'échocardiographie de stress.
	Risque bas	Pas d'ischémie.
Scanner coronaire	Risque haut	Atteinte tritronculaire avec sténoses proximales, tronc gauche, IVA proximale.
	Risque intermédiaire	Lésions significatives dans les grosses artères, dans leur zone proximale, mais pas à haut risque.
	Risque bas	Artères coronaires normales ou seulement plaques.

Tab. 4. Stratification de risque selon les tests d'ischémie (20). NB : Risque de l'ECG d'effort calculé grâce au score de Duke.

Ainsi, une fois le risque d'événement futur obtenu, les recommandations de l'ESC proposent, selon le risque après le test d'ischémie, soit un traitement médical soit une coronarographie (Fig. 8).

Encore une fois, ces recommandations ciblent la coronaropathie stable et non l'angor instable, pour lequel aucune prise en charge standardisée n'est recommandée actuellement.

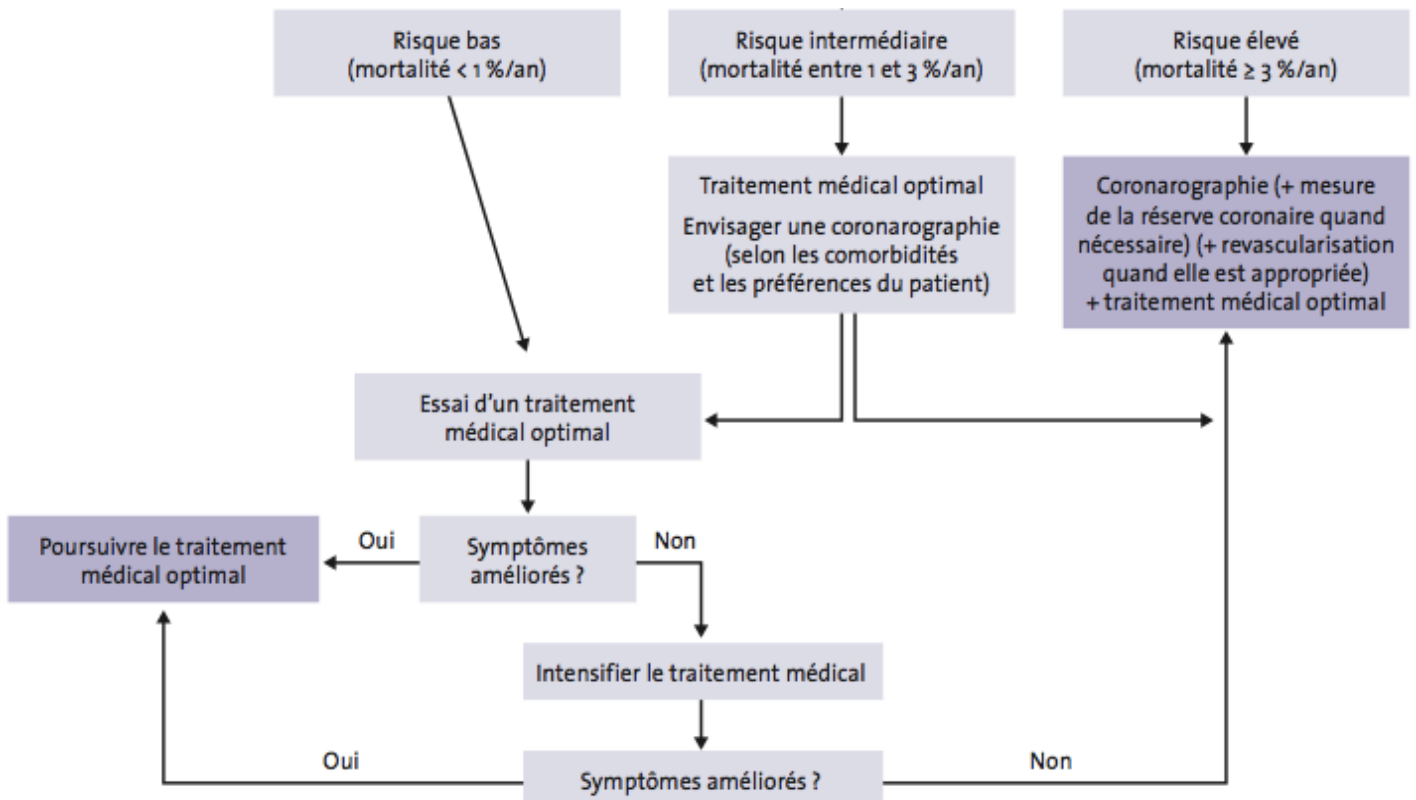


Fig. 8. Conduite à tenir en fonction du risque ischémique. (20)

II.1.3.3.3 ECG d'effort

L'ECG d'effort est le test le moins onéreux et le plus accessible en pratique.

Le test consiste à monitorer les constantes et l'ECG sur 12 dérivations pendant une séance d'exercices d'intensité progressive standardisée, par l'intermédiaire soit d'une bicyclette ergométrique soit d'un tapis roulant. Le seuil d'intensité à atteindre est fixé à une fréquence cardiaque correspondant à 85% de la FMT (Fréquence Maximale Théorique, équivalente à $220 - \text{âge}$) (11, 23, 24).

Le test est négatif s'il n'existe aucune modification électrique après obtention du seuil d'intensité calculé.

Il est dit non diagnostique si le test est interrompu avant le seuil de 85% de la FMT. Il faut donc orienter le patient vers un autre test d'ischémie.

Le test est positif s'il existe un des critères électriques suivants (associé ou non à une douleur thoracique) :

- Sous décalage ST horizontal ou descendant de plus de 1mm ou mV pendant au moins 6 à 8 ms après le point J.
- Sus décalage ST
- Apparition d'un bloc de branche gauche ou variation de l'axe

A noter que le sous décalage ST est l'anomalie la plus fréquente (>80%) mais elle est non localisatrice, contrairement à un sus décalage ST.

En plus d'une valeur diagnostique, l'ECG d'effort apporte également une valeur pronostique car certains éléments sont des critères de gravité tels que la précocité de l'apparition des anomalies (pour une puissance <60W), l'importance du sous décalage (>3mm) ou son caractère diffus, la persistance après l'arrêt de l'effort. Le sus décalage ST est en lui-même un signe de lésion coronaire sévère (>90%).

Néanmoins, certaines anomalies déjà existantes sur l'ECG de repos rendent la repolarisation peu interprétable à l'effort comme un bloc de branche gauche, une hypertrophie ventriculaire, un syndrome de Wolff-Parkinson-White ou la présence d'un pacemaker.

Par ailleurs, la valeur diagnostique de ce test semble être moins bonne chez la femme.

Les contre-indications de l'ECG d'effort sont l'angor instable, l'infarctus du myocarde récent, le rétrécissement aortique serré symptomatique, la cardiomyopathie hypertensive, l'insuffisance cardiaque congestive sévère, l'HTA sévère, les troubles du rythme ventriculaire graves, la fibrillation atriale rapide, et enfin, les comorbidités empêchant la réalisation de l'exercice.

Le score de Duke treadmill permet d'estimer le risque de mortalité à 5 ans, il se calcule en fonction de la durée d'exercice, de l'amplitude du sous décalage ST et de l'apparition ou non d'une douleur angineuse. (25)

Comme on le voit dans la Fig 4, l'ECG d'effort permet de mettre en évidence des anomalies arrivant tardivement dans la cascade ischémique, ce qui rend sa sensibilité moins bonne comparativement aux autres tests d'ischémie.

II.1.3.3.4 Echographie de stress

Il s'agit également d'un test assez disponible en pratique, il présente de plus, certains avantages comme le faible coût, une durée d'examen courte (environ 20 min) et l'absence d'irradiation (26).

Une échographie cardiaque de stress se réalise en couplant un enregistrement ECG à une échographie cardiaque réalisée au repos puis en condition de stress, de manière progressive par paliers successifs. Le stress est obtenu soit par l'effort (bicyclette) ou par stimulation pharmacologique, le plus souvent en utilisant la Dobutamine, un inotrope positif. Le stress pharmacologique est employé en deuxième intention dans les cas où la condition physique du patient ne permet pas l'effort (26, 27).

Le principe du test est de comparer la cinétique segmentaire du ventricule gauche (VG) au repos et aux différents paliers de stress. Elle permet donc une information localisatrice.

Le test est considéré comme normal si on observe une augmentation harmonieuse de la contractilité au cours du test, accompagné d'une augmentation de la fraction d'éjection du VG et une diminution du volume télé systolique du VG. En revanche il est considéré anormal en cas de découverte d'hypokinésie ou akinésie segmentaire (1 ou 2 segments contigus) ou s'il met en évidence un retard de contractilité segmentaire appelé tardokinésie.

Les limites de l'échographie de stress sont d'une part le caractère opérateur dépendant de l'examen, d'autre part, elle requiert une bonne échogénéicité afin d'observer des boucles exploitables. Cela dit, le cas échéant, il est possible d'employer un produit de contraste par micobulles gazeuses permettant de visualiser la paroi myocardique. Enfin, lorsqu'il existe une dysfonction VG pré-existante, cet examen apporte une faible information en terme de diagnostic et pronostic quant à l'existence d'une coronaropathie.

La stratification de risque ESC attribue un faible risque lorsqu'il n'existe pas d'anomalie, un risque intermédiaire lorsqu'on observe 1 ou 2 segments touchés, et un risque haut lorsqu'il existe plus de 3 segments atteints. (cf. I.1.3.3.6 stratification de risque)

I.1.3.3.5 Scintigraphie myocardique de stress

Il s'agit d'un test offrant une imagerie fonctionnelle de l'activité myocardique à l'effort et au repos. Sa description est traitée dans le chapitre dédié : 1.2 Scintigraphie myocardique.

I.1.3.3.6 IRM cardiaque

L'IRM cardiaque aborde l'exploration de l'ischémie myocardique par 2 modalités : L'imagerie de perfusion et le mode ciné-IRM, ces deux modalités étant couplées lors de l'examen. Elles permettent d'accéder à l'analyse de la morphologie, la fonction cardiaque et la viabilité myocardique. (28) Elle est indiquée en 2ème intention lorsque l'ECG d'effort n'est pas réalisable ou que le résultat est non concluant.

L'imagerie de perfusion permet une étude fonctionnelle du myocarde. Elle est réalisée après injection de produit de contraste (Gadolinium) et analyse sa distribution au sein du tissu myocardique, reflétant sa perfusion. Ces acquisitions sont dynamiques et effectuées concomitamment à un stress pharmacologique pour évaluer la fonction cardiaque à l'effort. On peut alors déceler une zone ischémique si ce territoire présente un hyposignal. Les drogues pharmaceutiques vasodilatatrices utilisées sont le Dipyridamole et l'Adénosine, leurs principales contre-indications étant le bronchospasme (Asthme, BPCO), l'IDM < 5 jours, le BAV de haut degré, l'HTA sévère, l'AVC < 1 mois et les sténoses carotidiennes serrées. (29)

Cette séquence permet également le mode « rehaussement tardif », qui évalue la viabilité myocardique. 10 à 15 minutes après l'injection du produit de contraste, on observe sur les zones des cicatrices au sein du myocarde correspondant à une zone infarctée. Ainsi, le Gadolinium s'accumule au sein de ces zones faisant apparaître un hypersignal tardif, et permet de détecter avec une haute sensibilité des petits infarctus non transmuraux, et donc d'apporter une valeur pronostique. (30)

Ensuite, le mode ciné-IRM étudie la cinétique segmentaire. Le principe est la réalisation d'acquisitions répétées lors des apnées, celles-ci étant synchronisées à un enregistrement ECG. Le stress est obtenu par la perfusion progressive de Dobutamine. On recherche alors des anomalies de la cinétique segmentaire (hypo ou akinésie) sur au moins 2 segments contigus, traduisant un territoire ischémié.

Cet examen présente les avantages d'être bien toléré (31) avec une durée d'examen relativement courte (30 à 40 min), de plus, il ne nécessite pas l'utilisation de produit de contraste iodé et est non irradiant.

Les limites de l'IRM cardiaque sont surtout sa disponibilité variable selon les centres hospitaliers et les contre-indications habituelles de l'IRM.

Le niveau de stratification de risque est estimé en fonction du nombre de segments anormaux observés : l'absence d'ischémie correspond à un risque bas, le risque haut est défini par plus de 2 segments anormaux en perfusion ou 3 segments anormaux en ciné-IRM, le risque est intermédiaire si les segments touchés sont moins nombreux.

II.1.3.3.7. Coroscanner

Le coroscanner est un examen non invasif purement anatomique permettant d'observer directement l'état du réseau coronaire. Sa description est traitée dans le chapitre I.3. Coroscanner

II.2. Tomoscintigraphie myocardique de stress

II.2.1 Principes

II.2.1.1. Intérêt de la scintigraphie myocardique

La tomoscintigraphie myocardique est un examen de médecine nucléaire qui utilise un produit radiopharmaceutique ayant une affinité pour le tissu myocardique, dont le signal radioactif est détecté par une gamma caméra.

Cette technique, développée depuis les années 1980, a grandement fait ses preuves dans le domaine de l'ischémie myocardique.

Il s'agit d'une imagerie fonctionnelle du ventricule gauche. D'une part, elle étudie la perfusion myocardique grâce au radiotracteur, d'autre part, elle permet une analyse de la contractilité du myocarde.

La scintigraphie de stress étudie ces paramètres lors d'un stress puis au repos, ce qui informe sur la présence ou non d'une zone d'ischémie, ainsi que son caractère réversible c'est à dire sa viabilité, ce qui est essentiel pour le pronostic tissulaire en cas de projet de revascularisation.

La durée de l'examen en lui-même est d'une quinzaine de minutes (durée d'acquisition de 5 à 10 min), avec une attente entre les 2 acquisitions (stress et repos) d'environ 3h. Le coût total moyen est de 470 euros.

L'objectif de ce test non invasif dans la suspicion d'une coronaropathie est de déterminer le risque d'événements futurs, comme nous l'avons vu.

Si la scintigraphie a actuellement une place prédominante dans la prise en charge de la coronaropathie stable, nous allons nous intéresser à son rôle spécifique dans l'exploration en externe de la douleur thoracique aux urgences.

II.2.1.2. Déroulement de l'examen

La réalisation d'une scintigraphie myocardique de stress impose 2 temps d'acquisition, un temps à l'effort et un temps au repos, après plusieurs heures.

L'effort est obtenu dans les mêmes conditions que l'ECG d'effort (bicyclette ergométrique) lorsqu'il est faisable, dans le cas contraire, un stress pharmacologique est provoqué par injection de vasodilatateur de type Dipyridamole ou Adénosine ou d'inotrope positif comme la Dopamine.

- Radio-isotopes

Deux types de traceurs sont utilisés en pratique : le Thallium et les traceurs technétiés. Lors de leur décroissance, ils émettent tous deux un rayonnement gamma détecté par les gamma-caméras de l'appareil.

- Thallium 201

Ce traceur est un cation analogue du K⁺, il est capté par la cellule myocardique en fonction de l'activité de la pompe Na-K-ATPase, donc du bon fonctionnement de la cellule. Il est corrélé à l'augmentation du flux coronaire ce qui en fait un bon marqueur de perfusion et de viabilité myocardique. Sa demi-vie étant relativement longue (73h), son principal inconvénient est une irradiation plus importante qu'avec les autres traceurs.

- Traceurs Technétiés

Il s'agit de molécules, SestaMIBI et Tetrofosmine, marquées au Technétium 99, se fixant aux mitochondries myocardiques, reflétant ainsi la viabilité cellulaire. Leur principal inconvénient est la fixation au niveau hépato biliaire et gastro intestinale, de plus, la corrélation avec le débit coronaire à l'effort est moins bonne qu'avec le Thallium 201.

- Gamma-caméra

La disposition de la gamma-caméra détectant le rayonnement des radiotraceurs, permet l'obtention de coupes dans tous les axes de l'espace, dont les axes cardiaques de références (petit axe, grand axe vertical et grand axe horizontal). On obtient ainsi une cartographie des zones hypofixantes.

La synchronisation de l'acquisition avec l'enregistrement ECG (Gated SPECT) permet l'analyse de la contractilité cardiaque. Elle permet de comparer selon les différents temps du cycle cardiaque la cinétique ventriculaire gauche, l'épaississement du myocarde et la mesure automatique des volumes : VTDVG (Volume Télé Diastoliques du Ventricule Gauche) et VTSVG (Volume Télé Systolique du Ventricule Gauche) ainsi que la mesure de la FEVG (Fraction d'Ejection du Ventricule Gauche).

Depuis les années 2010, l'apparition de gamma caméras plus performantes, les gamma-caméras CZT (Cadmium Zinc Telluride) a permis d'accroître la précision des images par une meilleure résolution spatiale, et de diminuer la quantité de radio-isotopes nécessaire

donc du taux d'irradiation (divisée par 2 à 3) (32). Elle a réduit la durée d'acquisition à 5 min. Elle permet également un protocole d'injection en double isotope (Thallium + traceurs technétiés) réduisant le temps d'attente entre les acquisitions.

II.2.1.3. Indications dans la douleur thoracique

Dans l'angor stable, la scintigraphie myocardique de stress est indiquée si la probabilité de coronaropathie est intermédiaire (15-85%) au même rang que l'IRM cardiaque ou l'échographie de stress.

Dans l'angor instable, elle est indiquée si le cycle de troponine est négatif et l'ECG non qualifiant, et en l'absence de récurrence douloureuse. Il est à noter que le choix du test non invasif de première intention est laissé libre au praticien selon l'accessibilité dans chaque centre, entre scintigraphie de stress, IRM cardiaque, échographie de stress et coroscanner.

II.2.1.4 Contre-indications

– Liées à l'irradiation :

- Grossesse
- Allaitement

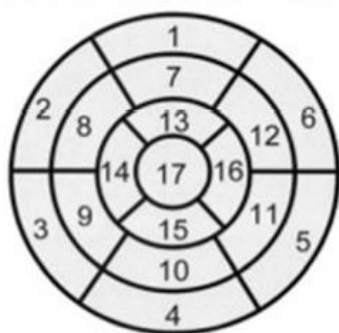
– Liées au stress :

- Pour l'effort (bicyclette) : Incapacité de maintenir un effort.
- Pour un stress coronaro-dilatateur : Adénosine et Dipyridamole : BAVII et III, asthme et BPCO
A noter que le patient doit suivre un régime sans base xanthique la veille de l'examen (thé café, chocolat, banane) car inhibe l'effet coronarodilatateur.
- Pour un stress inotrope positif (Dobutamine) : troubles du rythme, cardiomyopathie obstructive.

II.2.2. Interprétation

La reconstruction des images produites lors de l'acquisition se présente sous la forme d'une planche contenant les coupes du ventricule gauche selon les 3 axes étudiés (petit axe, grand axe verticale et grand axe horizontal ou 4 cavités) et d'une cartographie du ventricule gauche appelée carte polaire regroupant de façon conventionnelle les différents segments (au nombre de 17) du ventricule gauche déterminés selon la nomenclature de l'AHA (American Heart Association). Ces différentes vues permettent d'identifier de façon assez précise la zone atteinte, pour ensuite estimer le territoire coronaire touché.

Segmentation du ventricule gauche



Territoires artériels coronaires

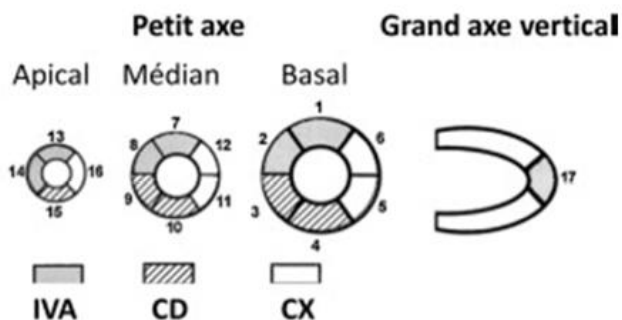


Fig.9. Segmentation du VG selon les territoires coronaires. Carte polaire et coupes axiales. (33)

L'analyse de la viabilité myocardique s'effectue grâce à un code couleur reflétant l'intensité de la fixation par le radiotracer, la zone saine fixant le plus étant prise en référence pour le reste du tissu myocardique. Le dégradé de couleur va ici du jaune (fixation intense) au bleu (grande hypofixation), selon le logiciel utilisé. L'apparition d'un défaut révèle une ischémie si la sténose en cause est supérieure à 50%.

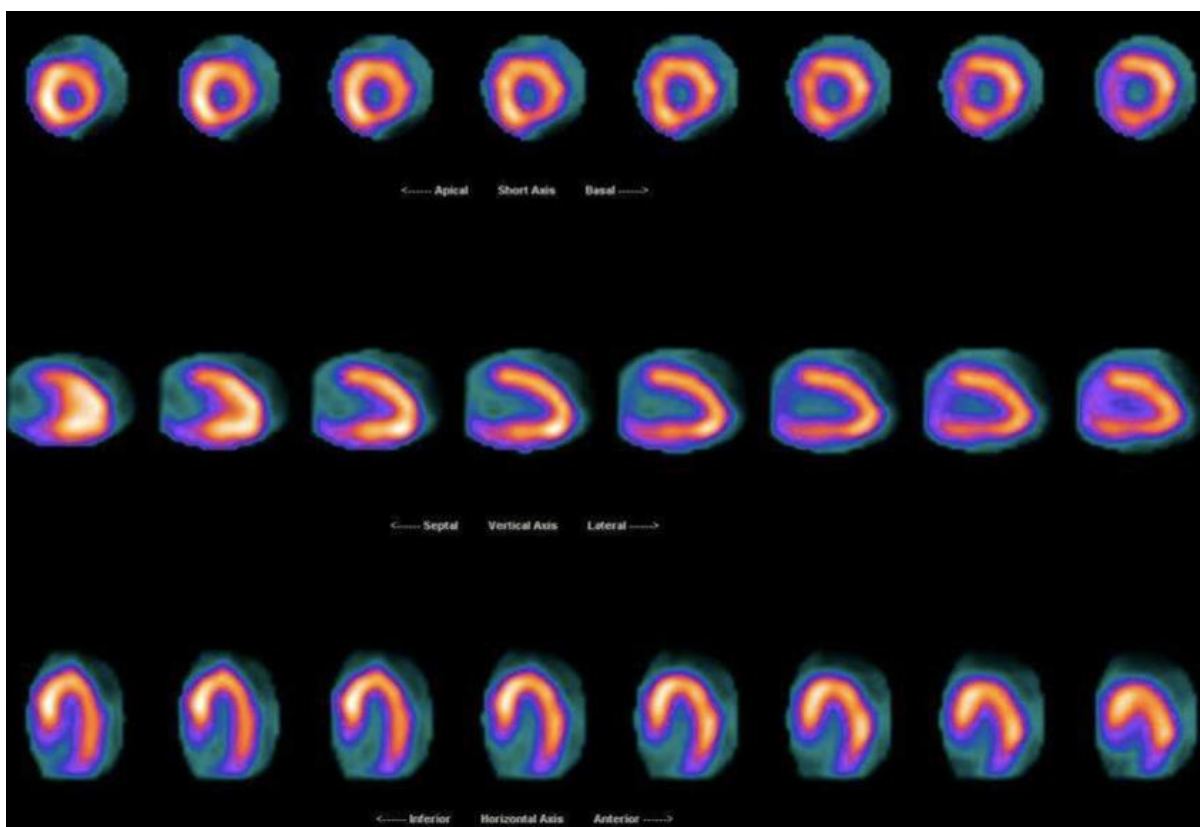


Fig. 10. Scintigraphie normale au repos

Ci-dessus, sur une scintigraphie myocardique au repos, selon les axes de référence, on constate que la distribution du traceur est homogène.

La réalisation d'une scintigraphie d'effort ou de stress impose la nécessité de deux acquisitions : la première au décours du pic d'effort si faisable ou d'un stress pharmacologique dans les autres cas (on peut parfois coupler l'effort à l'injection de Dipyridamole lorsque l'effort maximal n'est pas atteint) ; la deuxième quelques heures après, au repos. La comparaison des deux séries d'image informe sur le caractère réversible ou non d'une hypofixation. En cas de réversibilité, on parle d'ischémie d'effort, si les images montrent la même hypofixation au repos, on parle d'infarctus, le territoire n'étant pas viable et donc tirant peu de bénéfice à une revascularisation. Il existe cependant des exceptions que sont la sidération ou l'hibernation qui peuvent montrer des images hypofixantes au repos, pourtant viables et éligibles à une revascularisation.

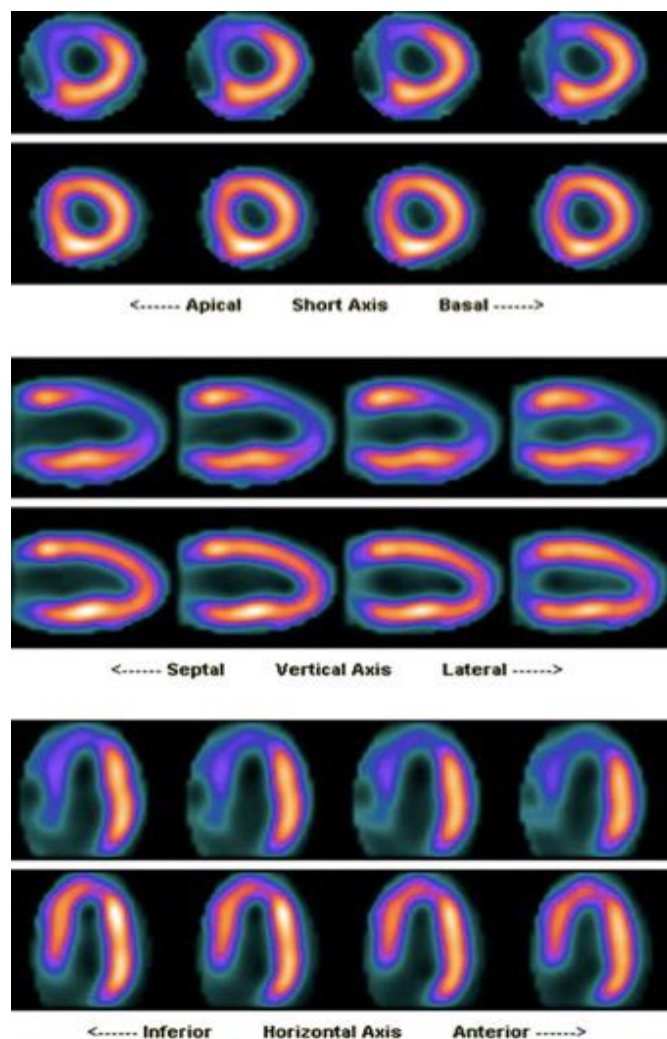


Fig. 11. Hypofixation antérieure apicale et septale réversible au repos. (32)

On constate ici une hypofixation apicale antérieure et septale à l'effort (ligne du haut) qui se rehausse bien au repos (ligne du bas), il s'agit donc d'une zone ischémisée viable non nécrosée.

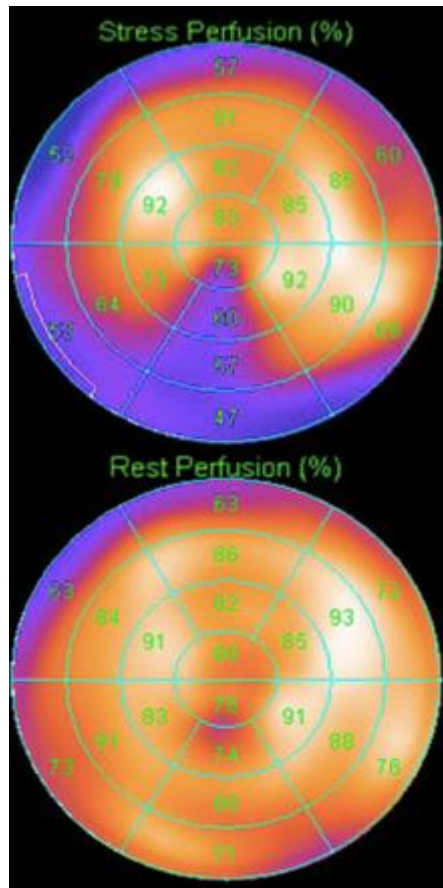


Fig. 12. Carte polaire montrant une ischémie inférieure (hypofixation réversible au repos) (34)

Ensuite, l'acquisition étant synchronisée avec l'ECG (Gated SPECT), cet examen offre la possibilité d'étudier la contractilité myocardique. Chaque cycle cardiaque est découpé en 8 à 16 phases permettant d'observer la cinétique du ventriculaire gauche ainsi que l'épaississement pariétal en diastole et systole mettant en évidence une normokinésie, une hypokinésie ou une akinésie. La mesure automatique de la FEVG et des volumes télédiastoliques et télésystoliques sont des paramètres pronostiques majeurs. L'ensemble de ces paramètres sont observés en stress puis au repos, ce qui apporte une information supplémentaire à l'analyse de la perfusion et permet de conforter ou non le diagnostic d'ischémie ou de nécrose myocardique.

II.2.3. Limites

D'une part, une des principales limites de cette imagerie est l'artéfact d'atténuation. Ce phénomène s'explique par l'atténuation des photons par les tissus environnants, aboutissant à une fausse hypofixation (35). Chez un patient obèse, l'atténuation concernera le territoire inférieur, alors que chez la femme, le tissu mammaire atténuera le territoire antérieur et apical. Le stimulateur cardiaque est également vecteur d'atténuation. Cependant, une analyse en Gated SPECT permet dans ces cas d'observer une cinétique normale du ventricule gauche. De plus, les techniques récentes s'affranchissent de plus en plus de cet artéfact d'atténuation.

D'autre part, certaines situations vont causer de faux négatifs lors de l'interprétation. Premièrement, lors d'acquisitions après un effort sous maximal qui pourra méconnaître une ischémie présente pour un effort plus intense. Ensuite, le dégradé de couleur qui reflète le degré de fixation du traceur est un gradient relatif à la zone la plus perfusée, or, dans les lésions tri tronculaires, on peut observer une fixation équilibrée apparaissant jaune dans tout le tissu myocardique alors que la perfusion est altérée dans tous ces territoires. Enfin, une sténose chronique qui serait compensée par un réseau collatéral ne sera pas suspectée en scintigraphie si la perfusion est satisfaisante.

Les blocs de branche gauches sont pourvoyeurs de faux positifs en faisant observer un défaut septal réversible, là encore, l'analyse en Gated SPECT permettra de s'affranchir de cet artefact.

Enfin, un des inconvénients de cette imagerie est la difficulté à estimer l'artère coronaire en cause lors de l'observation de zones ischémisées. En effet, la scintigraphie ne visualise pas l'arbre coronaire et les nombreuses variantes anatomiques rendent cet exercice parfois compliqué.

II.2.4. Valeur diagnostique

- Une utilisation validée dans la coronaropathie stable

La valeur diagnostique et pronostique de la scintigraphie de stress a montré, depuis plus de 20 ans, des preuves scientifiques solides (36,37,38) qui en ont fait un examen de référence essentiellement dans le domaine de la coronaropathie stable. La scintigraphie myocardique de stress offre une aide diagnostique mais aussi pronostique à la prise en charge de ces pathologies.

D'une part, sa performance diagnostique est largement connue et en fait un des examens les plus utilisés en pratique courante pour la recherche d'anomalie coronarienne. Une bonne précision de détection des atteintes coronaires comparativement à la coronarographie est bien établie, notamment depuis le développement des caméras CZT (34). Selon les études, sa sensibilité est calculée aux alentours de 80% pour une spécificité d'environ 77%. Cependant, son pouvoir de prédiction d'une lésion hémodynamiquement significative est considéré comme modéré, en comparaison avec la technique de référence, la mesure de la fraction du flux de réserve coronaire invasive (39).

Mais la scintigraphie myocardique est surtout utilisée pour sa performance pronostique. En effet, un des principaux intérêts de cet examen, en plus de poser un diagnostic positif, est d'estimer le risque de la lésion observée et ainsi de guider la prise en charge thérapeutique. L'étendue de l'ischémie observée et son caractère réversible ou fixé va orienter le patient vers un traitement médical ou une revascularisation. L'étendue de l'ischémie se quantifie en pourcentage du ventricule gauche total (ou, de manière équivalente à un nombre de segments du ventricule gauche atteint). La littérature montre que l'étendue des lésions est fortement corrélée à l'incidence de décès et d'infarctus du myocarde (37,40)

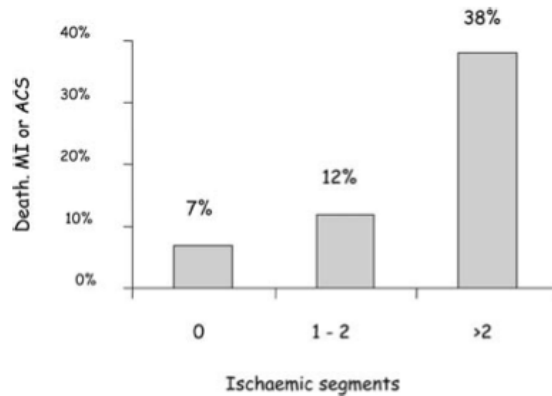


Fig. 13. Taux de mortalité, infarctus du myocarde ou SCA à 15 mois selon le nombre de segments ischémiés (41)

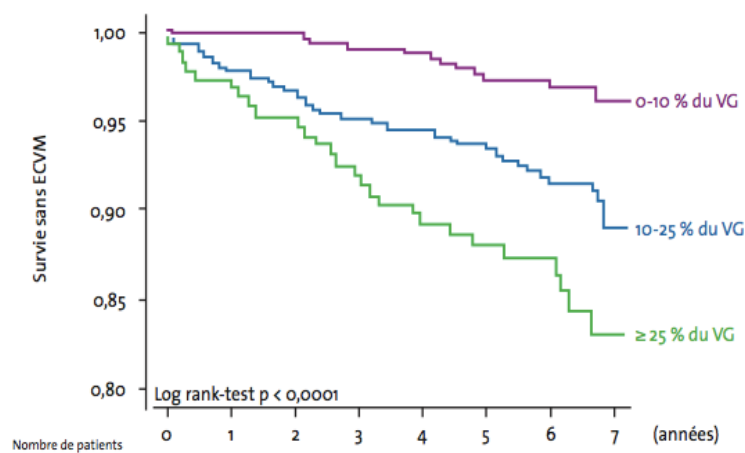


Fig. 14. Survie cardiovasculaire en fonction de l'étendue de l'ischémie observée (37 et 42) (ECVM : événement cardiovasculaire majeur)

Il a été montré que pour une ischémie (réversible) touchant > 15% du VG, une revascularisation améliore la survie, contrairement à une ischémie intéressant < 10% du VG (équivalent à 2 segments atteints ou moins) où le traitement médical seul est de meilleur pronostic (43), ces études ont conduit aux recommandations actuelles selon lesquelles une ischémie de plus de 10% doit faire réaliser une coronarographie (Fig 7.)

- Application plus récente aux urgences dans la douleur thoracique aiguë

Certaines études portant sur l'apport de la scintigraphie dans la douleur thoracique aux urgences ont montré une valeur prédictive négative moyenne du test de 98% (40). Ce déterminant permet, lorsque la scintigraphie est négative, de faire rentrer sereinement le patient au domicile.

Ainsi, les études réalisées (40,44) ont prouvé que chez les patients présentant un angor instable, après une période de surveillance de 6h aux urgences sans événement, la réalisation d'une scintigraphie en semi urgence (<24h) diminue le nombre d'hospitalisations quasiment de moitié, pour une survie identique à 1 an, comparativement à une prise en charge classique (44).

Ensuite, la scintigraphie de stress apparaît être un bon outil de triage des douleurs thoraciques d'étiologie cardiaque incertaine aux urgences, beaucoup plus précise que l'observation clinique même en utilisant des scores de risque clinique (40,45). De plus, de même que pour la coronaropathie stable, elle permet une stratification de risque selon l'étendue de l'ischémie, celle-ci étant directement associée à un risque d'événement cardiovasculaire plus important. (40). En effet, parmi les patients ayant bénéficié d'une scintigraphie de stress dans le cadre d'une douleur thoracique aux urgences, la détection d'une ischémie au moins modérée était plus à risque de mortalité et de SCA ST+ (46).

II.3. Coroscanner

II.3.1 Principes

II.3.1.1 Intérêt du coroscanner

Le développement de l'imagerie coronaire par tomodensitométrie multibarrettes connaît depuis une quinzaine d'années un essor en matière de technique d'acquisition et permet ainsi son utilisation croissante en pratique clinique. Son caractère non invasif permet dans certains cas de surseoir à la coronarographie, il est également utile pour guider la prise en charge thérapeutique de certains patients. Le coroscanner est actuellement déjà validé et recommandé pour bon nombre d'indications dans l'exploration du réseau artériel coronaire. Les progrès techniques en cours prédisent une expansion de son champ d'application dans les années à venir.

La durée d'examen moyenne est de 20 min, son coût avoisine les 130 €.

Il est utilisé pour l'exploration du réseau coronaire mais également des éléments anatomiques cardiaques et extra cardiaques. En effet, il visualise d'une part l'anatomie coronaire permettant la mise en évidence de sténose, de malformation, de variante anatomique de naissance des coronaires, des ponts coronaires lorsque l'artère a un trajet intra myocardique, et la présence de stent et leur perméabilité. La dominance coronarienne droite ou gauche est également observée. Les plaques athéromateuses sont analysées et différenciées en plaques stables calcifiées et plaques instables hypodenses. Cet examen permet également la réalisation du score calcique corrélée à la charge athéromateuse. D'autre part, il permet dans un même temps, l'étude de l'aorte thoracique, des valves cardiaques et des artères mammaires internes en cas de pontages.

Il existe également une méthode d'acquisition prometteuse dont la preuve scientifique de l'efficacité pratique reste à faire, qui comporte un protocole d'injection avec une étude aux temps veineux et artériels appelé le "triple ruled out" permettant d'éliminer dans un même temps d'imagerie une dissection aortique, une embolie pulmonaire et une coronaropathie, dans les douleurs thoraciques à ECG normal et troponine négative. (47)

II.3.1.2. Déroulé de l'examen

Le coroscaner permet de visualiser le réseau anatomique coronaire aux cours d'acquisition tomodensitométrique lors de l'apnée de moins de 8 secondes grâce à l'injection de produit de contraste iodé. L'artefact majeur est la contraction cardiaque, l'analyse des coupes est la plus précise en milieu de diastole, à ce moment, on obtient une quasi-immobilité. L'acquisition scannographique est donc synchronisée à l'enregistrement ECG.

– Prémédication

Afin d'obtenir des coupes satisfaisantes en diastoles, il est préférable d'obtenir une fréquence cardiaque régulière aux alentours de 60-70 battements par minute. Ainsi, un bêtabloquant est délivré en prémédication si la fréquence cardiaque est $> 70/\text{min}$ (soit per os 1 heure avant l'examen (Atenolol 100 mg) soit en intra veineuse sur la table d'examen (Atenolol 5 mg). (47)

De plus, il est également possible d'administrer des dérivés nitrés sub-linguaux afin d'obtenir une image plus interprétable des coronaires.

– Produit de contraste

Afin d'obtenir un rehaussement majeur des artères coronaires et faciliter l'interprétation, l'injection d'un produit de contraste à base d'iode est nécessaire, une quantité de 80 à 100 ml est habituellement administrée avec une concentration importante d'au moins 350 mg/ml et un débit élevé. Chaque injection est suivie d'un lavage au sérum physiologique afin d'éviter les artefacts liés à une trop forte concentration d'iode dans les cavités cardiaques droites (48).

– Irradiation

La dose d'irradiation administrée lors du coroscaner est sensiblement la même que pour un scanner thoracique, elle est inférieure à 10 mSV et dépend du protocole d'acquisition.

Examen	Dose (mSv)
Radiographie thoracique	0,02
Coronarographie	2-4
Radioactivité naturelle annuelle	3
Coroscanner (prospectif)	4-10
Coroscanner (rétrospectif)	8-16
Coroscanner modulation de dose	2-6
Scintigraphie myocardique Tc	4-8
Scintigraphie myocardique Tallium	18-20

Tab. 5. Dose efficace dans l'imagerie cardiaque. (49)

Des techniques récentes permettent une nette réduction de la dose d'irradiation comme la méthode de modulation de dose dans l'acquisition rétrospective, qui, grâce à la synchronisation ECG permet de réduire la dose lors de la systole jusqu'à 20% de la dose maximale administrée en diastole où les images sont analysées. Ainsi cette méthode permet de réduire l'irradiation totale de près de 50%.

Enfin, les différentes méthodes d'acquisition ne délivrent pas les mêmes doses, l'analyse prospective récemment utilisée expose à une dose moindre que l'acquisition rétrospective (voir ci-après).

II.3.1.3. Modes d'acquisition

Il existe globalement 2 modes d'acquisition selon la synchronisation ECG : le mode rétrospectif initialement développé, et le mode prospectif apparu plus récemment. (50)

– Synchronisation rétrospective :

Ici, l'acquisition est spiralée et effectuée en continu pour le champ d'acquisition voulu (la masse cardiaque), puis, la reconstruction est réalisée, rétrospectivement synchronisée à l'enregistrement ECG. Dans ce cas, l'irradiation est continue donc importante, la technique de modulation de dose permet de diminuer la dose en systole.

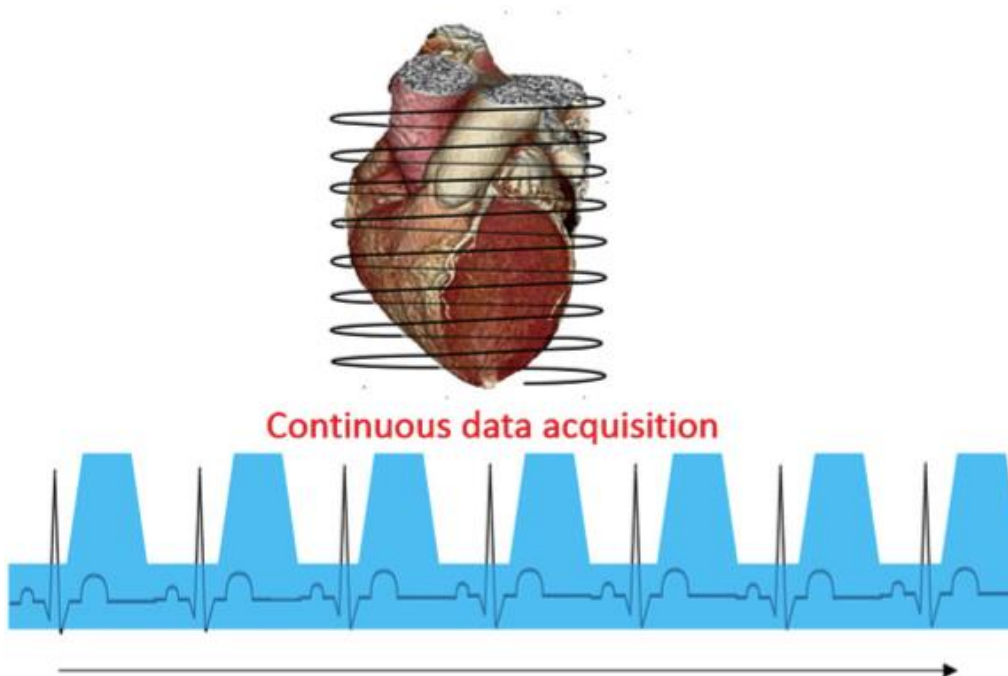


Fig. 15. Acquisition rétrospective spiralée (51)

- Synchronisation prospective :

Dans ce mode, c'est le signal ECG qui déclenche l'acquisition en diastole, l'acquisition est axiale elle permet de visualiser un ensemble coupe d'épaisseur variable selon les appareils, en fonction du nombre de détecteurs, elle est effectuée un battement sur deux, laissant le temps à la table de se déplacer. Il faut plusieurs cycles pour quadriller la masse cardiaque en totalité, le nombre de battements nécessaires est encore une fois variable selon les machines (un scanner 64 barrettes couvre environ 40 mm d'épaisseur de coupe par rotation, nécessite donc environ 4 battements d'acquisition, un scanner 320 barrettes couvre 160 mm). Cette méthode est logiquement moins irradiante. Elle ne peut en revanche être utilisée uniquement si la fréquence cardiaque est inférieure à 65 bpm.

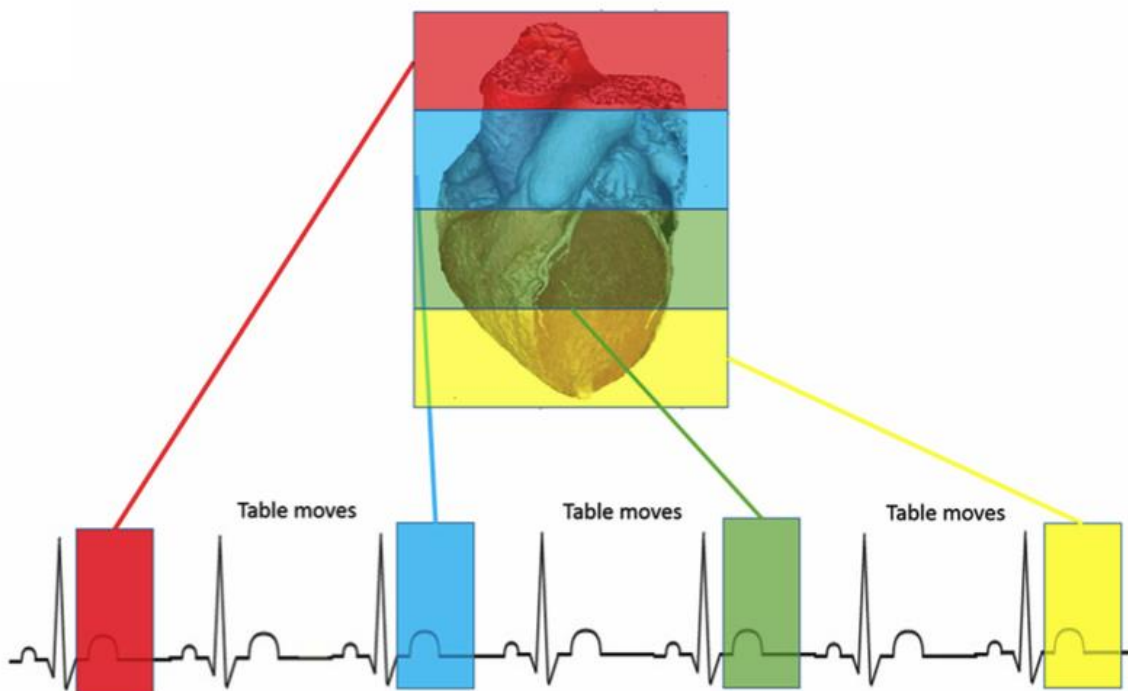


Fig. 16. Acquisition prospective axiale (51)

Il existe également un mode prospectif spiralé, permettant l'acquisition de l'ensemble du massif cardiaque en un battement. Ce système nécessite un équipement particulier (double tube).

Dans tous les cas, il est primordial de choisir la phase cardiaque qui sera analysée, les critères de choix étant un bon remplissage vasculaire coronaire et une immobilité cardiaque, le plus souvent (3/4 des cas), ces conditions sont réunies en mésodiastole (entre 60 et 80% du cycle cardiaque), la synchronisation ECG permet donc d'obtenir ces phases et de débiter la

reconstruction des images. Celle-ci se fait pour la plus grande partie par les consoles, elle permet un mode volumique global, une reconstruction 3D du réseau coronaire, enfin, l'analyse fine de chaque vaisseau se fera en MIP (Maximal Intensity Projection).

II.3.1.4 Indications

Dans la douleur thoracique, son indication majeure est l'exploration coronaire des angors atypiques chez les patients à faible risque cardiovasculaire, afin d'écartier de façon confortable une coronaropathie grâce à une forte valeur prédictive négative (de l'ordre de 97%) (52).

Nous l'avons vu, les indications recommandées actuellement sont (4,11,53) :

Dans l'angor stable : en première intention pour les probabilités pré test intermédiaires basses (15 à 50%), en seconde intention pour les probabilités plus hautes lorsque le test d'ischémie réalisé en première intention est douteux.

Dans l'angor instable : lorsque le cycle de troponine est négatif et que l'ECG n'est pas qualifiant, en l'absence de récurrence douloureuse. Le coroscanner peut être prescrit en première intention (le choix du test non invasif est laissé au praticien).

Dans ces conditions, la réalisation du coroscanner ne requiert pas un délai urgent puisque l'infarctus myocardique est écarté, mais rapide en externe.

II.3.1.5. Contre-indications

Elles comportent (54):

- Les contre-indications aux rayonnements ionisants :
 - Grossesse
 - Allaitement
- Les contre-indications générales du scanner et de l'injection d'iode :
 - Insuffisance rénale sévère (clairance < 30 ml/min/ 1,73m²)
 - Allergie et hypersensibilité
- Les éléments empêchant la réalisation de l'examen :
 - Fréquence cardiaque rapide et contre-indication aux bêta bloquants (asthme, BPCO)
 - Troubles de rythme cardiaque : Fibrillation auriculaire, extrasystoles auriculaires ou ventriculaires fréquentes
 - Maintien d'une apnée impossible (réaliser un test avant l'examen)

II.3.2. Interprétation

II.3.2.1. Analyse des images

Les images obtenues offrent une qualité d'observation qui permet une analyse complète de l'anatomie cardiaque. Tout d'abord, les structures anatomiques extra cardiaques sont étudiées, on s'intéresse à l'étude de l'aorte, aux éléments du médiastin, à la plèvre et aux structures osseuses afin de ne pas méconnaître une anomalie de découverte fortuite. L'étude des structures cardiaques extra-coronaires recherche des anomalies des cavités cardiaques, du péricarde, des valves et du myocarde : séquelles d'infarctus, anévrisme septal, etc. Ensuite l'implantation des coronaires est étudiée afin d'objectiver une malformation pouvant nécessiter une prise en charge spécifique.

La dominance coronaire est également analysée car en cas de lésion coronaire, elle peut modifier la prise en charge au décours. Elle est définie par la coronaire qui vascularise la face diaphragmatique du ventricule gauche. La prédominance est droite dans 85% des cas, gauche dans 10% des cas et équilibrée dans 5%.

En observant globalement le réseau coronaire, on peut mettre en évidence des ponts intra cardiaques, c'est-à-dire des portions artérielles ayant un trajet intramyocardique (ce qui n'est pas identifiable en coronarographie) qui peuvent être asymptomatiques ou à l'origine d'insuffisance coronarienne.

Enfin, avant l'étude précise des coronaires, il est important de choisir la meilleure phase d'acquisition à analyser, il s'agit souvent de la phase mésodiastolique, autour de 70% du cycle cardiaque. Seules les artères ayant un diamètre > 1,5 mm sont analysables.

L'étude des coronaires est basée sur le recherche de plaque athéromateuse et de sténose.

– Plaque coronaire

Les plaques sont visibles sur la paroi artérielle par hypo ou hyperdensité selon leur contenu.

On décrit donc des plaques calcifiées, hyperdense (> 120 UH), des plaques fibreuses (50-120 UH) et des plaques lipidiques ou non calcifiées, hypodenses (<50 UH). (50)

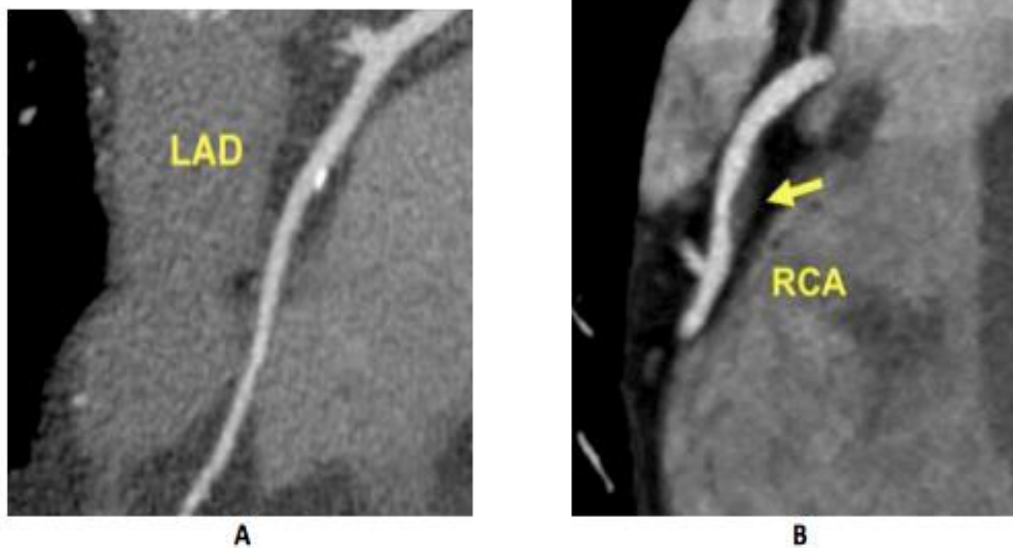


Fig. 17. A : Plaque calcifiée sur l'IVA. **B :** Plaque non calcifiée sur la CD, avec remodelage positif (55)

Les plaques lipidiques, nous l'avons vu, sont les plus instables car, vulnérables, à plus haut risque ischémique. Ces plaques instables sont identifiables au coroscanner par plusieurs caractéristiques :

- L'aspect hypodense
- Le remodelage positif : le diamètre de la paroi est plus important au niveau de la plaque que sur la partie saine de l'artère (Fig. 10 B)
- La présence de petites calcifications < 3 mm dites « spotty calcifications »
- Le signe de « napkin ring » : rehaussement de la paroi autour d'une plaque hypodense

– Sténose coronaire

L'étude de la lumière des vaisseaux doit être précise afin, d'une part, d'écarter ou au contraire de mettre en évidence une sténose, et d'autre part, de grader le degré de sténose selon l'importance du rétrécissement de la lumière. En effet, une sténose minimale n'aura pas les mêmes implications qu'une sténose sévère ou une occlusion totale. Un score standardisé, le score CAD RADS est donc attribué à chaque lésion observée.

II.3.2.2.Score CAD RADS

Le score CAD RADS (Coronary Artery Disease Reporting and Data System) est un score permettant une stratification standardisée de l'atteinte coronaire en coroscanner entre les différents professionnels de santé (55), dans la même optique que d'autres classifications existantes dans d'autres domaines : BI RADS (Breast Imaging, en sénologie), LI RADS (liver, en hépatologie), PI RADS (Prostate Imaging, en urologie).

Il permet de classer le degré de lésion artérielle coronaire observée sur le coroscanner, son résultat est compris entre CAD RADS 0 (aucune sténose) et CAD RADS 5 (au moins une sténose totalement occlusive). Ainsi, des recommandations de prise en charge en fonction du score sont proposées par les sociétés savantes. Son application est valable en contexte d'hospitalisation, lors d'examen externe ou en service d'urgence.

Ce score est donc basé sur le degré de sténose le plus important observé sur au moins une des artères coronaires analysées. La sévérité de la lésion et le score associé est déterminée ainsi :

% de sténose	Degré de sténose	Score CAD RADS
0	Pas de sténose	CAD RADS 0
1-24	Sténose minime	CAD RADS 1
25-49	Sténose légère	CAD RADS 2
50-69	Sténose modérée	CAD RADS 3
70-99	Sténose sévère	CAD RADS 4
100	Sténose occlusive	CAD RADS 5

Tab. 6. Score CAD RADS (55)

Il est à noter que la classe CAD RADS 4 se décompose en :

- CAD RADS 4 A : 1 ou 2 vaisseaux avec sténose à 70-99%
- CAD RADS 4 B : sténoses tritronculaires à 70-99% ou sténose >50% sur le tronc commun

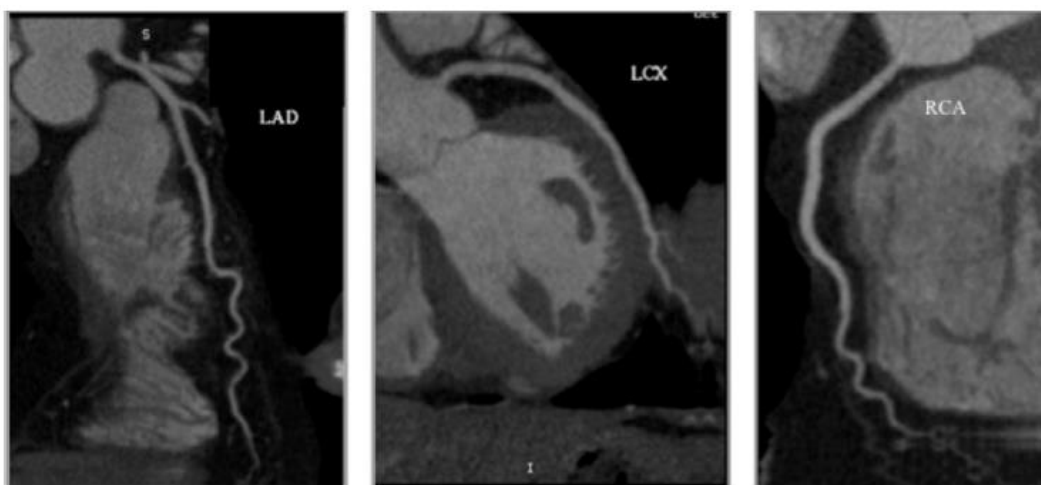


Fig. 18. CAD RADS 0 (IVA, circonflexe et CD) (55)

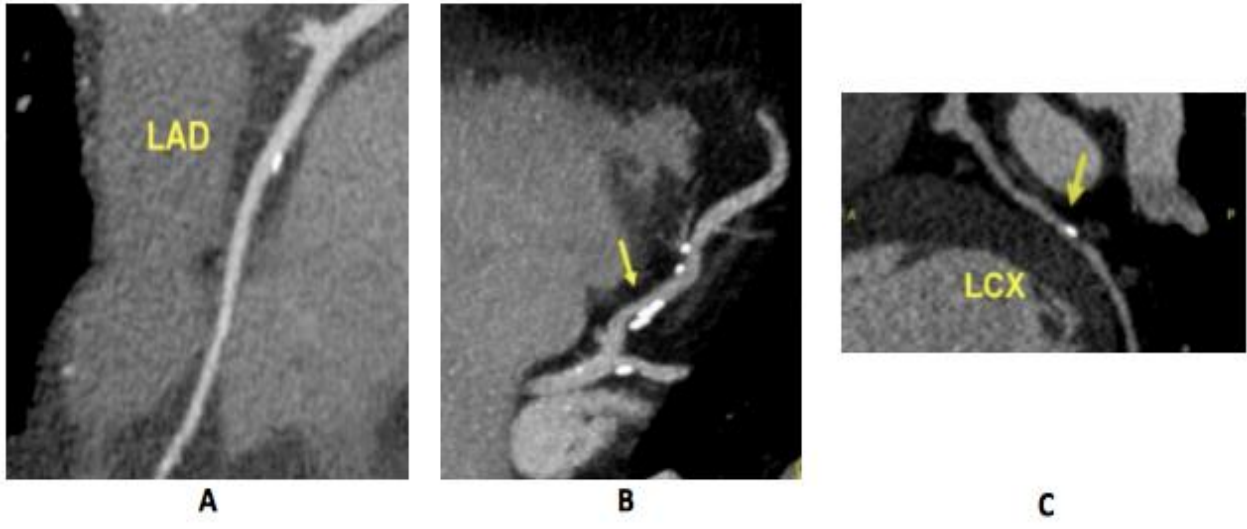


Fig. 19. A : CAD RADS 1 sur la CD, B : CAD RADS 2 sur la CD, C : CAD RADS 3 sur la circonflexe (55)

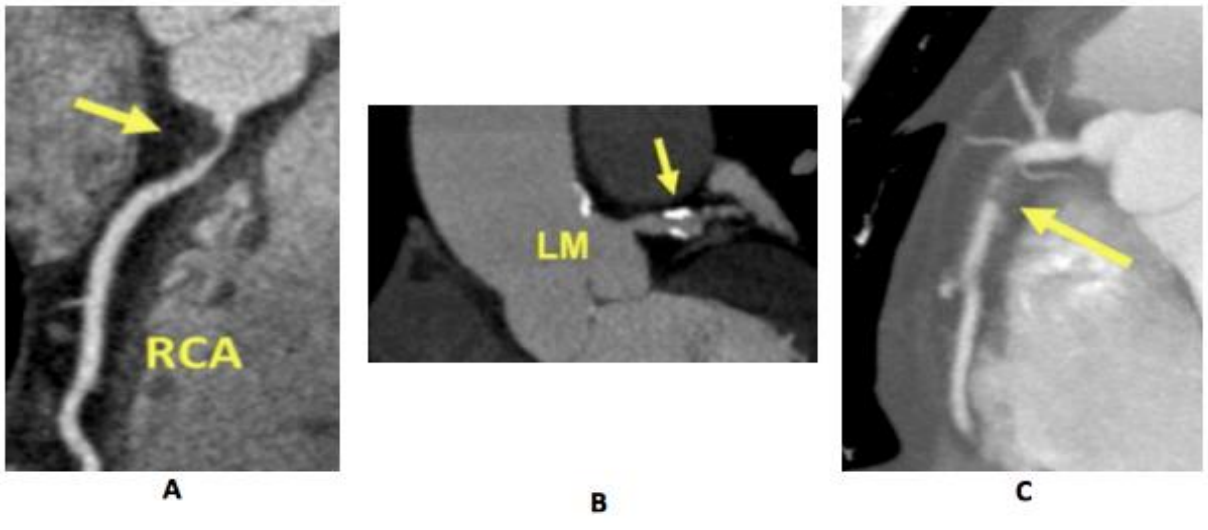


Fig. 20. A : CAD RADS 4A sur la CD, B : CAD RADS 4B sur le tronc commun, C : CAD RADS 5 sur la CD (55)

Ce score est applicable pour l'exploration de l'angor stable et pour les douleurs thoraciques avec ECG non qualifiant et troponine négative, à risque faible à intermédiaire.

– Dans l'angor stable

Il indique la nécessité d'une prise en charge préventive des facteurs de risque pour les classes 1 à 5, une thérapie anti ischémique préventive pour les classes ≥ 3 , la discussion d'une coronarographie de revascularisation pour les classes 4 et 5.

– Dans la douleur thoracique avec ECG normal et troponine négative :

Dans ce cadre spécifique, le score CAD RADS permet d'évaluer à la phase aiguë la probabilité de syndrome coronarien aigu selon le degré de sténose. Pour un score à 0 et 1, d'autres étiologies à la douleur thoracique doivent être recherchées. Pour un CAD RAD 1 et 2, il est proposé une évaluation cardiologique classique en externe pour discuter l'indication d'une thérapie préventive et d'une prise en charge des facteurs de risque cardiovasculaire. Pour un CAD RADS ≥ 3 , une hospitalisation est possible, avec une thérapie anti ischémique et une prise en charge des facteurs de risque cardiovasculaire. Un CAD RADS 3 indique l'exploration coronaire par un autre test non invasif voire par coronarographie. Un score 4 et 5 indique une coronarographie (rapide si RADS 5) diagnostique et thérapeutique.

	Degree of maximal coronary stenosis	Interpretation	Management
CAD-RADS 0	0%	ACS ^a highly unlikely	- No further evaluation of ACS is required. - Consider other etiologies.
CAD-RADS 1	1–24% ^b	ACS highly unlikely	- Consider evaluation of non-ACS etiology, if normal troponin and no ECG changes. - Consider referral for outpatient follow-up for preventive therapy and risk factor modification.
CAD-RADS 2	25–49% ^c	ACS unlikely	- Consider evaluation of non-ACS etiology, if normal troponin and no ECG changes. - Consider referral for outpatient follow-up for preventive therapy and risk factor modification. - If clinical suspicion of ACS is high or if high-risk plaque features are noted, consider hospital admission with cardiology consultation.
CAD-RADS 3	50–69%	ACS possible	- Consider hospital admission with cardiology consultation, functional testing and/or ICA ^d for evaluation and management. - Recommendation for anti-ischemic and preventive management should be considered as well as risk factor modification. Other treatments should be considered if presence of hemodynamically significant lesion.
CAD-RADS 4	A – 70–99% or B – Left main >50% or 3-vessel obstructive disease	ACS likely	- Consider hospital admission with cardiology consultation. Further evaluation with ICA and revascularization as appropriate. - Recommendation for anti-ischemic and preventive management should be considered as well as risk factor modification.
CAD-RADS 5	100% (Total occlusion)	ACS very likely	- Consider expedited ICA on a timely basis and revascularization if appropriate if acute occlusion ^e - Recommendation for anti-ischemic and preventive management should be considered as well as risk factor modifications.
CAD-RADS N	Non-diagnostic study	ACS cannot be excluded	Additional or alternative evaluation for ACS is needed

Fig. 21. Score CAD RADS dans l'angor instable (55)

– Modificateurs

Cette classification permet également d'ajouter au score, sous la forme d'une lettre appelée modificateur, des informations complémentaires obtenues à la lecture du coroscaner, comme la présence d'un stent (S), d'un pontage (G pour Graft) ou d'une plaque vulnérable (V). Ils se rajoutent après le chiffre correspondant à la classification, par exemple CAD RADS 2S. Enfin, si une analyse ne permet pas de déterminer le score car l'interprétation des segments étudiés est difficile, le résultat sera dit « non diagnostique » traduit par la lettre N (CAD RADS N), d'autres explorations seront donc nécessaires.

II.3.2.2. Sore calcique

L'évaluation du score calcique a été introduite dans les années 1990 en établissant la corrélation de la charge calcique coronaire observée en coroscaner avec la charge athéromateuse (56). Il est basé sur un calcul automatique, dont le résultat est exprimé en Unité Hounsfield. Ainsi, un score de charge calcique a été élaboré par Agaston permettant de stratifier le score en palier : 0 U ; 1-99 UH ; 100-399 UH ; ≥400 UH.

Il est pratiqué lors du coroscaner, à la phase initiale de l'examen, de façon systématique ou sur indication spécifique, selon les centres. Il est peu irradiant (<1mSV, comparable à une mammographie) (57), à faible coût, sa réalisation est simple et non invasive ne nécessitant pas d'injection de produit de contraste.

Un score calcique réalisé en début d'examen dont le résultat est trop élevé (seuil à 400 ou 600 UH selon les centres) contre indiquera la poursuite de l'examen et l'injection du produit de contraste. En effet, l'interprétation des images serait altérée par les artefacts dus à une charge calcique trop importante, appelés « blooming effect » empêchant d'évaluer de façon précise la lumière artérielle. Dans ce cas, un autre test d'ischémie est indiqué.

De nombreuses études ont montré sa corrélation avec la survenue d'accidents cardiovasculaires. Une méta analyse récente met en évidence l'association du score calcique et de la détection d'ischémie scintigraphie myocardique de perfusion, avec un risque multiplié par 6,9 lorsque le score calcique était > 400 UH (57). En comparant les résultats du score calcique avec le résultat des tests fonctionnels d'ischémie (scintigraphie, échographie de stress ou ECG d'effort), il apparaît que le score calcique apporte une excellente valeur prédictive négative d'accident coronarien lorsqu'il est égal à 0, en outre, lorsqu'il est positif, il permet de prédire avec une plus grande sensibilité l'apparition d'un événement comparativement aux tests fonctionnels d'ischémie qui, eux, sont plus spécifiques. (58).

Le score calcique a été validé pour évaluer le risque coronarien chez les patients asymptomatiques dont le résultat du coroscan classait le risque d'événement futur en risque intermédiaire ou bas (d'après l'American Heart Association, avec des classes de recommandations IIa et IIb respectivement). (54). En revanche, il n'est pas validé pour l'exploration coronaire des patients symptomatiques.

II.3.3. Limites du Coroscanner

Les limites techniques sont celles liées aux artefacts de l'examen, soit liées au patient quand il existe des mouvements souvent respiratoires lors d'une apnée difficile, ou en présence d'arythmies, soit liées à des calcifications massives rendant l'interprétation impossible.

L'irradiation reste un des désavantages de cet examen même si les nouvelles techniques, nous l'avons vu, tendent à réduire grandement la dose de rayons X administrée. De même l'utilisation de produit de contraste iodé expose aux risques habituels allergiques et néphrotoxiques.

Le coroscanner s'il possède une forte sensibilité et une valeur prédictive négative très performante, présente un manque de spécificité puisqu'un bon nombre de lésions objectivées en coroscanner s'avèrent non significatives en coronarographie, néanmoins, l'objectif premier de cet examen, lorsqu'il est prescrit pour les bonnes indications est d'orienter le patient au mieux pour le reste de la prise en charge : soit vers un retour au domicile après avoir écarté une coronaropathie, soit vers une coronarographie, parfois la réalisation d'un autre test non invasif sera préférable.

Enfin, dans cette même logique, l'indication privilégiée reste l'exploration coronaire chez un sujet jeune sans antécédent cardiovasculaire, en effet, la valeur diagnostique du coroscanner sera moindre chez le sujet coronarien connu car c'est un examen strictement anatomique, les lésions pré existantes seront donc difficilement discriminables et la charge calcique limitera la précision de l'analyse.

II.3.4. Valeur diagnostique

Les récentes études et méta analyses (59,60,61,62) tendent à élever les performances diagnostiques du coroscanner à la hauteur des autres tests d'ischémie non invasifs et de la coronarographie, pouvant lui faire prétendre à une place prépondérante dans la prise en charge globale de la maladie coronarienne mais également au sein du réseau de la médecine d'urgence en apportant une aide précieuse quant à la conduite à tenir face à un tableau de douleur thoracique aiguë atypique.

- Performance face à la coronarographie

La coronarographie s'affirme comme le gold standard dans le diagnostic de lésion coronarienne. Plusieurs études ont comparé la puissance diagnostique du coroscanner à celle de la coronarographie. D'une part, sa performance pour détecter les sténoses significatives (>50%) dans les angors instables à bas risque et angors stables, semble équivalente à la coronarographie (59). D'autre part, il a été mis en évidence que la réalisation d'un coroscanner permettait de surseoir à la coronarographie dans la grande majorité des cas dans l'exploration de l'angor instable à bas risque pour laquelle la coronarographie était indiquée d'emblée (60). En effet, 86% des patients pour lesquelles la coronarographie était théoriquement préconisée ont pu s'en passer après les résultats rassurants du coroscanner, ainsi, le rendement diagnostique des coronarographies après coroscanner était, de manière

logique, meilleur (15% (espace) de lésion obstructive observée en coronarographie d'emblée contre 75% après coroscanner). Le coroscanner peut donc être utilisé comme un outil de triage avant la coronarographie. Il est à noter que les accidents coronariens étaient identiques à court et plus long terme. Enfin, les patients manifestent leur préférence pour le coroscanner face à la procédure de coronarographie.

- Comparaison avec les tests fonctionnels

L'étude Américaine PROMISE (PROspective Multicenter Imaging Study for Evaluation of chest pain) a suivi plus de 10 000 patients sur 2,5 ans en cherchant à comparer l'efficacité du coroscanner par rapport aux tests fonctionnels (ECG d'effort, échographie de stress, scintigraphie myocardique) quant à la prédiction du risque d'événement coronarien (61). Cette étude a montré des résultats comparables sur les critères étudiés (décès, infarctus, hospitalisation pour angor), les courbes de survie étaient superposables pour le coroscanner et les tests fonctionnels. (Fig. 16)

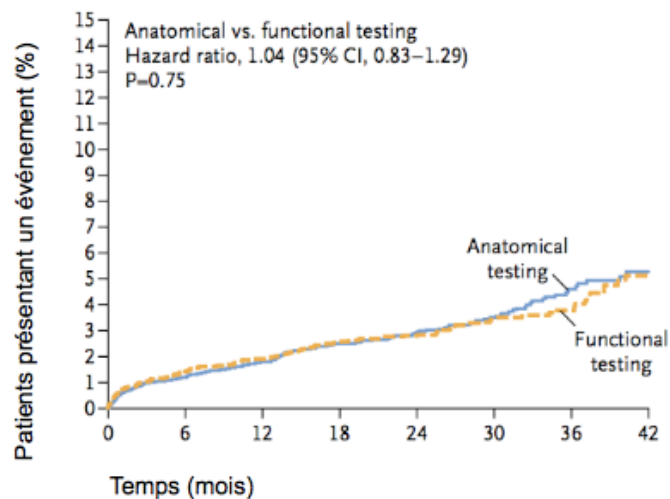


Fig. 22. Courbe de survie coroscanner vs tests fonctionnels (61)

Une étude corollaire (7) a mis en évidence deux points intéressants.

Premièrement, on constate que les tests fonctionnels apparaissent moins sensibles puisque leur résultat était « normal » dans 78% des cas contre seulement 33% en coroscanner. *A fortiori*, le taux d'incidents cardiovasculaires après un test « normal » était réduit de façon significative dans la population coroscanner (0,9%) par rapport à celle des tests fonctionnels (2,1%), ce qui accorde une valeur prédictive négative excellente au coroscanner.

Deuxièmement, lorsque le test fonctionnel ou le coroscanner était positif, les résultats étaient stratifiés en fonction de l'importance des lésions observées (normal, anomalie légère, modérée ou sévère) et comparés à l'incidence des événements cardiovasculaires pour chaque test. Leur analyse montre que le pouvoir discriminatoire du coroscanner est meilleur pour les anomalies légères (Fig. 23).

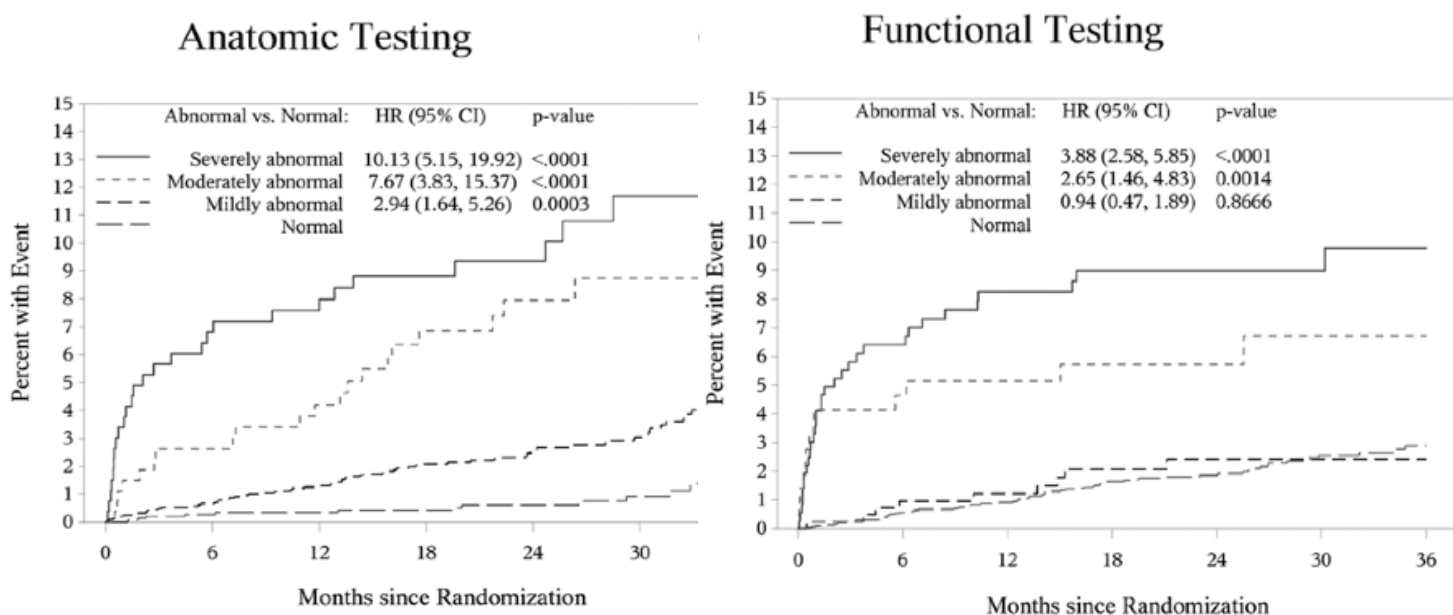


Fig. 23. Courbe de survie selon stratification, coroscanner (gauche), tests fonctionnels (droite) (63)

Le coroscanner est donc particulièrement informatif pour les patients présentant des lésions peu sévères. Ceci montre un intérêt certain lorsqu'on sait que plus de la moitié des événements cardiaques se produisent sur des sténoses non sévères (<70%) (63)

- Utilisation dans la coronaropathie stable

L'usage du coroscanner dans la suspicion d'une maladie coronarienne stable a été beaucoup étudié, notamment, la grande étude prospective SCOT HEART (62, 13) qui s'est intéressée au risque d'infarctus du myocarde à 5 ans chez les patients présentant un angor stable. La réalisation du coroscanner chez ces patients en plus de la prise en charge classique a permis de réduire les événements ischémiques (2,1% d'infarctus à 5 ans contre 3,5% sans coroscanner).

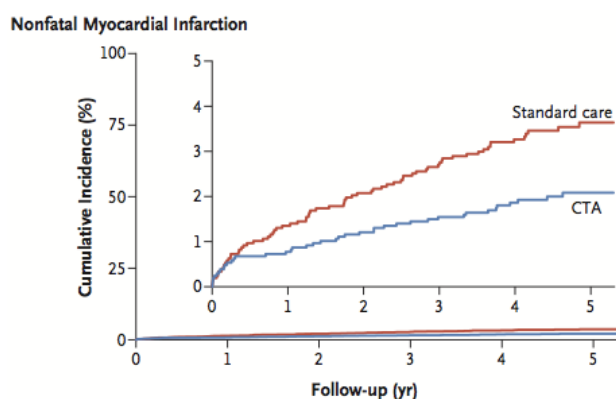


Fig. 24. Incidence d'infarctus du myocarde à 5 ans avec et sans coroscanner (62).

Une méta analyse récente (64) montre que l'utilisation du coroscaner dans l'exploration de l'angor stable comparativement à la prise en charge usuelle permet de réduire de façon significative l'incidence d'infarctus du myocarde, elle tend à augmenter le taux de coronarographie et de revascularisation, néanmoins, la mortalité globale reste identique. Finalement, selon ces résultats, le coroscaner permettrait de réduire les accidents coronariens non mortels, au prix d'un plus grand nombre de revascularisation.

D'un point de vue économique, il a été prouvé que le rapport coût du coroscaner dans la maladie coronarienne stable était supérieur à la scintigraphie myocardique. (65)

- Utilisation aux urgences

Plusieurs études Nord-Américaines se sont intéressées à l'apport du coroscaner dans la douleur thoracique aiguë (le coroscaner étant disponible en urgence).

Le premier avantage est de pouvoir renvoyer au domicile sereinement les patients chez qui le coroscaner ne retrouve pas de sténose ou des sténoses minimales (66). Les résultats montrent globalement une prise en charge plus rapide et par conséquent une durée de passage aux urgences moins longue (67), moins d'hospitalisation (68). Le coût serait moindre (car évitant les tests fonctionnels) (69). Il est à noter que le coroscaner demande (aux Etats-Unis) un temps d'examen d'environ 16 minutes et un temps moyen d'interprétation d'environ 9 minutes (70).

Pour les autres critères étudiés, les études réalisées n'ont pas mis en évidence de bénéfice, notamment, le diagnostic final de syndrome coronarien aigu n'est pas amélioré par l'utilisation du coroscaner (71).

- Avantages et inconvénients d'une forte valeur prédictive négative

Une méta analyse récente (72) a mis en évidence que, dans la prise en charge des douleurs thoraciques aux urgences, l'utilisation du coroscaner, comparativement à une prise en charge classique, aboutissait à un plus grand nombre de coronarographies et de revascularisation. Cependant, il a été montré que ceci ne permettait pas pour autant d'améliorer la survie ni l'incidence d'événements cardiovasculaires. La question de son bénéfice se pose donc ici. Il est probable que le coroscaner identifie des lésions anatomiques (> 50%) qui ne provoquent pas nécessairement une insuffisance coronaire hémodynamique. En effet, le flux coronaire n'est pas toujours corrélé au degré de sténose anatomique selon une étude Américaine (73), essentiellement chez les patients porteur de lésions coronaires diffuses. Cela souligne l'intérêt de la mesure fractionnelle du flux de réserve coronaire lors de la coronarographie.

Une autre méta analyse (74) a comparé les valeurs prédictives négatives des différents tests non invasifs disponibles. Cette méta analyse est basée sur 165 études comparant le taux d'accidents cardiovasculaires annuels après un test négatif pour les différents tests. Les résultats concèdent à tous les tests une très bonne valeur pronostique négative et souligne donc qu'un test négatif traduit un très bon pronostic. Cependant, on constate une bien meilleure valeur prédictive négative pour le coroscaner que pour d'autres tests

(significativement pour l'échographie de stress, la scintigraphie, l'ECG d'effort, non significatif pour l'IRM cardiaque de perfusion et la TEP qui sont moins utilisés en pratique)

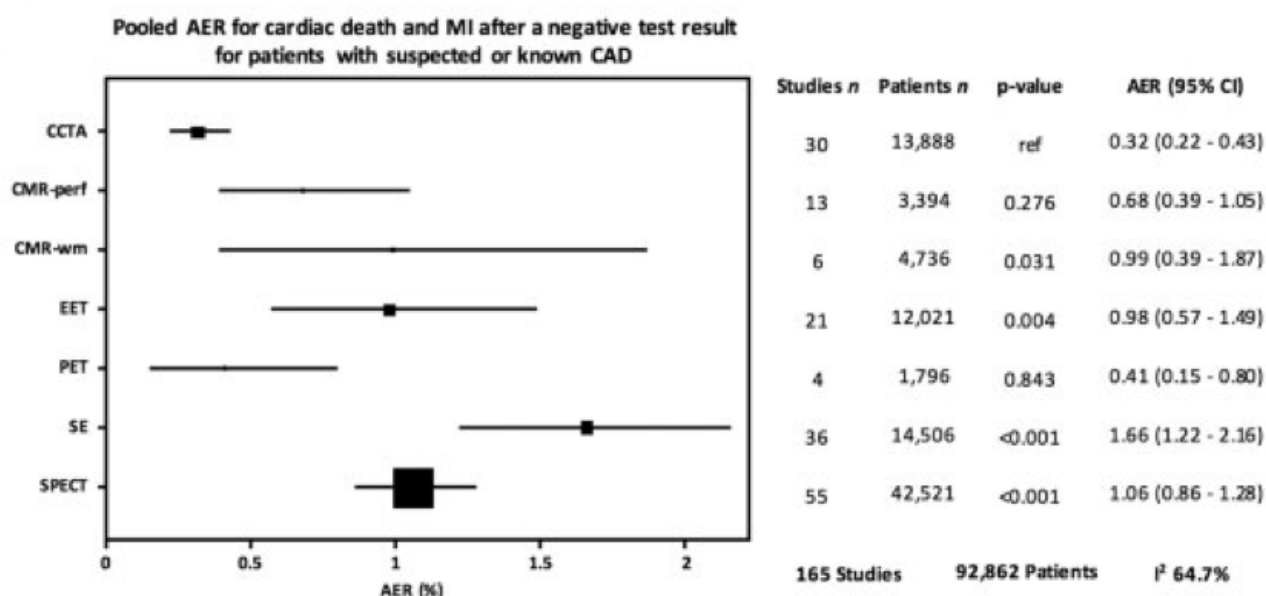


Fig. 25. Taux d'événements annuels (mortalité cardiaque ou infarctus du myocarde) après un test négatif. (74). (AER, Annual Event Rate, CAD, coronary artery disease; CCTA, coronary computed tomographic angiography; CI, confidence interval; CMR-perf, cardiovascular magnetic resonance perfusion; CMR-wm, cardiovascular magnetic resonance wall motion; EET, exercise electrocardiographic testing; IQR, interquartile range; MI, myocardial infarction; PET, positron emission tomography; SD, standard deviation; SE, stress echocardiography; SPECT, single-photon emission tomography).

L'étude a ensuite réalisé un ajustement de ces résultats sur le risque d'événement cardiovasculaire de la population avant le test. A noter que la majorité des données concernant le coroscanner dérivait de patients à faible risque. Après ajustement, il est constaté que la valeur pronostique d'un test négatif n'est pas significativement meilleure pour le coroscanner que pour les autres tests. Or, ce constat est logique puisque comme nous l'avons vu, l'indication préférentielle du coroscanner est le patient à faible risque d'événement cardiovasculaire. Cette étude confirme que ces patients sont la population cible du coroscanner afin d'obtenir la meilleure valeur pronostique.

Pour conclure, la forte valeur prédictive négative du coroscanner est un atout si la population cible est bien définie, à savoir les patients jeunes, sans coronaropathie connue. En revanche, elle peut devenir un handicap en étant vecteur de faux positifs chez les patients plus âgés avec des lésions coronariennes pré existantes, impliquant la réalisation d'une coronaropathie pas toujours justifiée.

Ces résultats des études américaines portées sur le contexte particulier des urgences sont à considérer avec précaution car le coroscanner était accessible en urgence, ce qui n'est pas le cas dans les centres français. De plus, les recommandations françaises et européennes sur l'angor instable ne préconisent pas la réalisation d'un test non invasif en urgence, mais en semi urgence. D'autres études comparatives seraient intéressantes dans ce contexte.

II.3.5. Nouvelles techniques

Le développement récent de nouvelles techniques d'imagerie permet de compléter les ressources du coroscanner qui s'imposait jusqu'à présent comme un examen purement anatomique.

Nous l'avons vu, le coroscanner possède une grande performance pour détecter des lésions coronaires minimales non détectées par les autres examens, sans pour autant connaître leur caractère imputable par rapport à la clinique. Une nouvelle technique permet de rendre compte du caractère hémodynamiquement significatif d'une sténose observée, grâce à la mesure de la réserve de flux coronaire (FFR Fractional Flow Reserve) (75). La mesure de réserve de flux coronaire de référence est obtenue de manière invasive en coronarographie après injection d'un vasodilatateur, elle est calculée grâce aux pressions mesurées dans l'aorte et en aval de la sténose. En tomographie, il est proposé de l'obtenir grâce à un calcul savant basé sur l'écoulement sanguin. Sa valeur diagnostique a été confirmée dans des études et méta analyses récentes (76,77), qui laissent espérer son utilisation dans la pratique courante en évitant une coronarographie invasive à toute une population de patients.

Une autre technique attrayante dans ce cadre est l'étude de la perfusion myocardique scannographique. En effet, grâce à une seconde acquisition après administration d'un stress pharmacologique, le coroscanner permettrait d'observer le rehaussement myocardique du produit de contraste (78), offrant ici l'avantage d'un test fonctionnel. Ce mode d'acquisition a également été validé dans la littérature (75,76).

L'utilisation clinique de ces nouvelles techniques n'est pour le moment pas encore recommandée en routine par la société de scanner cardiaque, en attendant des preuves cliniques et économiques de validité solide. (79).

III. ETUDE

III.1. Présentation de l'étude

III.1.1. Intérêt de la filière FACT

Nous l'avons vu, la douleur thoracique est un motif fréquent de recours aux urgences, son diagnostic étiologique clinique est difficile et les examens disponibles aux urgences (notamment ECG et dosage de la troponine), s'ils sont une aide supplémentaire, ne permettent pas toujours un diagnostic tranché. Le cas de l'angor instable est le cas le plus classique de cette incertitude diagnostique et les recommandations sur sa prise en charge restent évasives.

La prise en charge actuelle d'un angor instable s'effectue, dans la majeure partie des cas, en externe. Le risque majeur pour le patient est une récurrence ischémique voire l'infarctus myocardique, ce risque est analysé grâce à des tests d'ischémie non invasifs. Selon une étude réalisée aux urgences de Nantes, 3,2% des patients renvoyés au domicile après consultation aux urgences pour douleur thoracique ont présenté un SCA dans le mois suivant (80).

La mise en place de la filière FACT (Filière Artères Coronaires Transmodalité) aux urgences a pour but d'orienter la patient directement vers un test d'ischémie dans un délai de semi urgence, en s'assurant du suivi ultérieur, afin de réorienter les patients à risque vers une stratégie thérapeutique médicamenteuse, voire de revascularisation. La filière FACT propose une orientation soit vers une scintigraphie myocardique soit vers un coroscanner, qui apparaissent, au vu de la littérature, comme deux tests performants et facilement accessibles.

III.1.2. Objectifs de l'étude

Le but de cette étude est d'analyser le fonctionnement de la filière depuis sa mise en place, d'étudier le bénéfice pour le patient, et de mettre en évidence les points à améliorer pour une pratique optimale.

L'objectif principal était de vérifier le bon respect du protocole pour les critères d'inclusion et l'observance des patients aux rendez-vous.

Les objectifs secondaires étaient :

- La rentabilité de la filière : Combien de lésions ischémiques ont été détectées ? Combien de patients orientés vers une prise en charge spécifique à la suite du test (coronarographie, autres examens, traitement médical).
- La sécurité de la filière : Y a-t-il eu des événements ischémiques intercurrents lors du retour au domicile avant le test d'ischémie ? Le délai d'obtention du rendez-vous était-il respecté ?
- L'analyse de la pertinence de la probabilité post-test.

III.1.3. Matériel et Méthodes

Cette étude a été effectuée de manière observationnelle et prospective dans le service des urgences de Nantes entre Mai 2017 et Mars 2018.

La filière concernait les patients ayant consulté aux urgences pour une douleur thoracique suspecte avec une probabilité clinique globale moyenne à forte d'angor instable (donc avec une troponine non élevée), après réalisation de l'ECG.

Un protocole de prise en charge spécifique à FACT a été proposé aux urgentistes (voir annexe) après discussion avec les cardiologues. Celui-ci se basait d'abord sur une probabilité clinique (pré-test) d'angor instable, ensuite par l'interprétation de l'ECG (test), puis d'une probabilité post test (le test ici est l'ECG, seul test disponible aux urgences), celle-ci dérivant de la probabilité clinique ajustée avec le résultat de l'ECG selon une démarche bayésienne (un graphique fourni permettait d'illustrer l'obtention de la probabilité post test, voir ANNEXE 1).

Par convention, une probabilité faible était attribuée aux douleurs thoraciques franchement atypiques (modifiées par la palpation ou la respiration). Une probabilité moyenne, aux douleurs plus caractéristiques mais non typiques ainsi qu'aux douleurs de probabilité faible mais associées à un terrain à risque (diabète, coronaropathie connue ou présence de plus de 3 facteurs de risque cardiovasculaire). Enfin, une probabilité forte était attribuée aux douleurs typiques et aux douleurs de probabilité moyenne associées à un terrain à risque.

Ensuite, l'interprétation de l'ECG était prise en compte selon son résultat : « qualifiant » s'il décrivait des anomalies typiques de SCA, « suspect » lorsque ces anomalies ne répondaient pas complètement aux critères de SCA, « indécis » lorsqu'il présentait des anomalies non spécifiques, ou « normal ».

Enfin la probabilité post test se déduisait de ces deux paramètres.

Les critères d'inclusion et d'exclusion ont également été discuté en amont avec les cardiologues :

- Critères d'inclusion généraux :

- Patients ayant une probabilité moyenne à forte d'angor instable, après réalisation de l'ECG
- Sans récurrence douloureuse
- Après validation d'inclusion par un spécialiste : Le cardiologue référent si possible en première intention ou le cardiologue d'avis dans les autres cas.
- Retour au domicile après la consultation aux urgences

- Critères d'exclusion généraux :

- Patients ayant une probabilité faible d'angor instable
- Modification ECG qualifiante pour un SCA ST+
- Récurrence douloureuse

- Patients hospitalisés

Le choix du test d'ischémie était soumis à l'avis du cardiologue, selon les critères d'exclusion de chaque test, définis au préalable par consensus entre cardiologues, radiologues et urgentistes :

- Critères d'exclusion de la scintigraphie :

- Grossesse
- Allaitement

- Critères d'exclusion du coroscanner :

- Âge > 55 ans
- Fibrillation atriale
- Contre-indication aux bêta-bloquants
- Femme enceinte
- Allaitement
- Diabète
- Insuffisance rénale
- Coronaropathie connue
- Probabilité clinique globale forte

Dans le protocole, le délai d'obtention d'examen était fixé entre 7 jours et 1 mois. Trois créneaux par semaine étaient disponibles pour la scintigraphie et un par semaine pour le coroscanner.

Lors de l'inclusion d'un patient, le rendez-vous en imagerie était organisé soit directement par téléphone par l'urgentiste aux heures ouvrables, soit par demande faxée au secrétariat dans les autres cas, le patient étant convoqué ultérieurement. Les documents importants concernant chaque examen étaient également remis au patient avant la sortie des urgences : convocation avec consignes avant l'examen pour la scintigraphie et le coroscanner, ordonnance du produit de contraste iodé pour le coroscanner.

Chaque patient inclu était inscrit par l'urgentiste au moment de son passage aux urgences dans le classeur d'inclusion dédié recueillant l'étiquette du patient et la date d'inclusion. Le recueil des données était croisé avec le livret d'inclusion de la filière FACT en scintigraphie et coroscanner tenus par les secrétaires de chaque service contenant les identifiants du patient, la date de rendez-vous prévue et la présence ou non au rendez-vous.

A partir des registres d'inclusions, nous avons récupéré les données depuis le dossier médical hospitalier via le système informatique « Millénium » de chaque patient. Nous avons consultés les observations des urgences et les compte-rendu de scintigraphie ou de coroscanner.

Les données ont été collectées à l'aide du logiciel Excel (Microsoft Systems). Les données quantitatives ont été reproduites en moyenne, écart-type, et pourcentage.

Les principaux critères d'intérêt étudiés étaient le nombre de patients inclus, la proportion d'entre eux présents au rendez-vous, la mise en évidence d'une coronaropathie (fonctionnelle pour la scintigraphie, anatomique pour le coroscanner), ainsi que les décisions qui en découlaient telles que l'indication à la réalisation d'un autre examen (autre test d'ischémie ou coronarographie) ou l'introduction d'un traitement médical.

Les autres paramètres analysés dans cette étude étaient : les caractéristiques de la population : âge, sexe, facteurs de risque cardiovasculaire, pré existence de coronaropathie ; les éléments cliniques : la probabilité clinique, le résultat de l'ECG, puis la probabilité post-test ; les éléments logistiques de la filière : le délai entre le passage aux urgences et le rendez-vous obtenu.

III.2. Résultats

III.2.1 Nombre de patients inclus

Le recueil de données entre mai 2018 et Mars 2019 a permis l'inclusion de 54 patients :

44 patients ont été orientés vers une scintigraphie (81%) et 10 vers un coroscanner (19%).

5 patients étaient inclus en moyenne par mois pour une disponibilité de créneaux offrant un total de 16 examens par mois.

III.2.2. Description de la population

- Caractéristiques

L'âge moyen global était de 62 ans. La population bénéficiant du coroscanner était plus jeune (âge moyen de 47 ans) qu'en scintigraphie (âge moyen de 65 ans).

Le sex ratio était en faveur des hommes avec une proportion de 57% des patients.

Les patients présentaient en moyenne 2 facteurs de risque cardiovasculaire, les plus fréquents étant le tabagisme (46%) et l'hypertension artérielle (46%). On retrouvait la notion d'une coronaropathie pré existante chez 19 patients (35%).

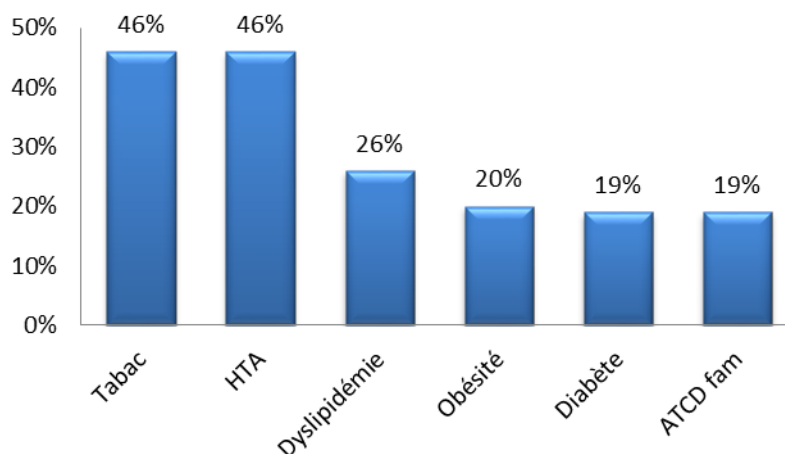


Fig. 26. Facteurs de risque cardiovasculaire de la population

- Présentation clinique

Les critères cliniques analysés étaient premièrement la probabilité clinique d'une origine coronarienne de la douleur thoracique, ensuite l'interprétation de l'ECG et enfin la probabilité post test.

- Probabilité clinique (pré-test)

La probabilité clinique pré test est établie sur les caractéristiques de la douleur et le terrain du patient. Le praticien lui attribue un rang de probabilité parmi 5 classes de la plus faible à la plus haute : faible, faible à moyenne, moyenne, moyenne à forte, forte.

Les patients inclus présentaient une probabilité clinique faible dans 2% des cas, faible à moyenne pour 11%, moyenne pour 37%, moyenne à forte pour 17% et forte dans 33% des cas.

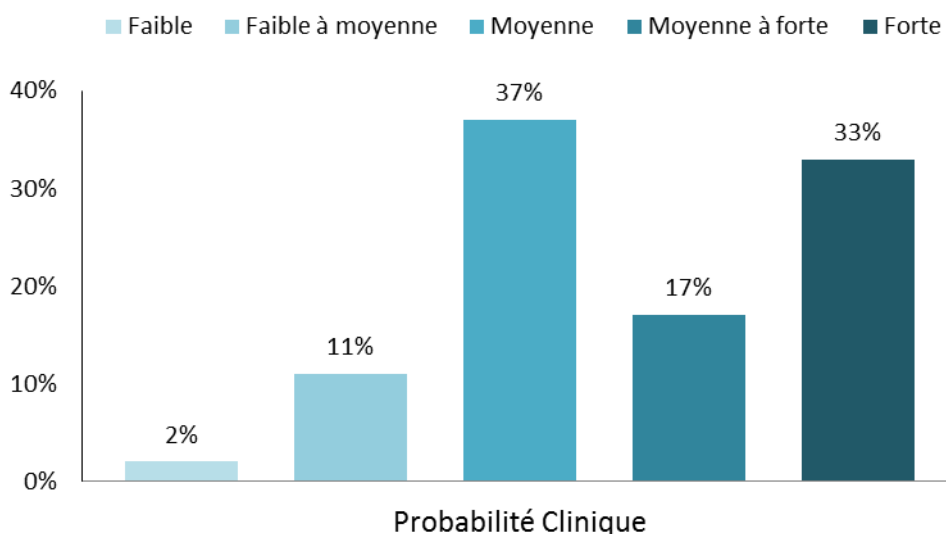


Fig. 27. Probabilité clinique pré test des patients inclus

- Analyse du test : l'ECG

Nous avons constaté dans la population de l'étude que l'ECG était normal dans la très grande majorité des cas (32 patients, 59%). De façon logique aucun patient n'a présenté un ECG qualifiant pour un SCA, néanmoins, nous avons observé 9 patients (17%) présentant un ECG suspects et 13 présentant un ECG indécis (24%)

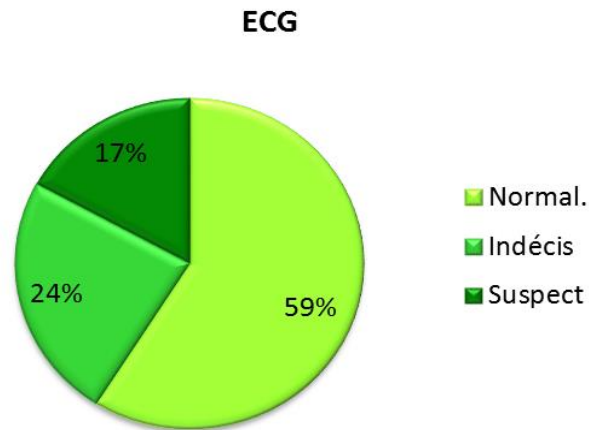


Fig. 28. Résultat de l'ECG dans la population

- Probabilité post-test

Enfin, au terme de ces deux analyses, le praticien était en mesure d'estimer la probabilité post-test. Elles étaient classées en probabilité faible, faible à moyenne, moyenne, moyenne à forte, forte et forte à très forte.

12 patients (22%) présentaient une probabilité post test faible, 5 (9%) d'entre eux avaient une probabilité estimée faible à moyenne, 22 (41%) avaient une probabilité moyenne, 8 (15%) une probabilité moyenne à forte, et 7 (13%) présentaient une probabilité forte. Aucun patient inclu n'avait une probabilité estimée comme très forte.

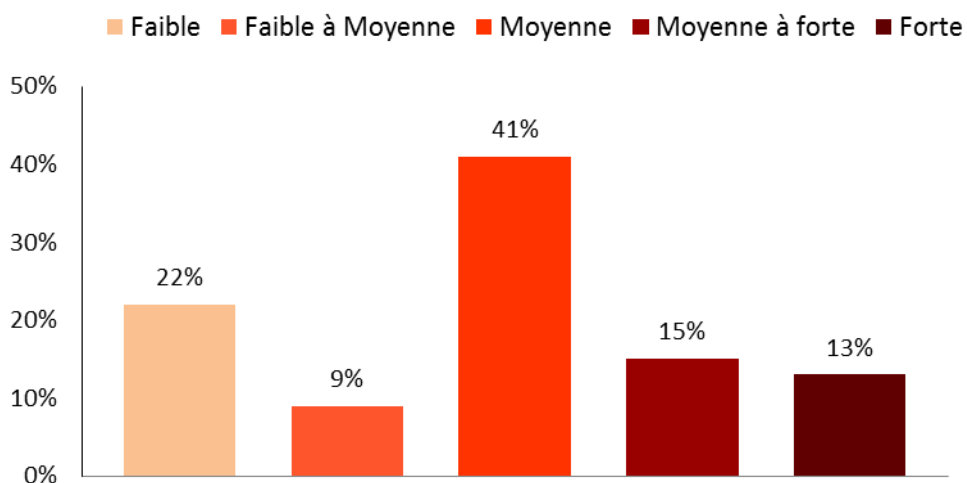


Fig. 29. Probabilité Post-test des patients inclus

III.2.3 Résultats obtenus

III.2.3.1 Objectif principal

- Respect du protocole

Les critères d'inclusion et d'exclusion généraux ont été respectés à l'exception de l'inclusion de patients dont la probabilité globale d'angor instable était estimée faible ou faible à moyenne (17 patients, 31%) alors qu'il s'agissait d'un critère d'exclusion dans le protocole.

Les critères d'exclusion pour la scintigraphie ont été bien respectés.

Les critères d'exclusion pour le coroscanner n'ont pas tous été respectés pour 3 patients (6%) : 2 patients avaient plus de 55 ans (56 et 60 ans), 1 patiente était diabétique. Les autres critères ont été respectés.

- Présence en rendez-vous

Parmi les 51 patients attendus le jour de leur examen, 47 (92%) ont honoré leur rendez-vous, 4 d'entre eux ne se sont pas présentés le jour de l'examen.

Parmi les 54 patients inclus dans la filière en sortant des urgences, 3 patients ont présenté avant la date de leur examen, un SCA (2 SCA non ST+ à haut risque et 1 SCA ST+) et ont été hospitalisés pour réalisation d'une coronarographie qui a mis en évidence une sténose significative revascularisée dans les 3 cas. Ensuite, 4 ne se sont pas présentés le jour de leur rendez-vous.

En prenant en compte ces patients, 39 ont finalement bénéficié d'une scintigraphie et 8 d'un coroscanner.

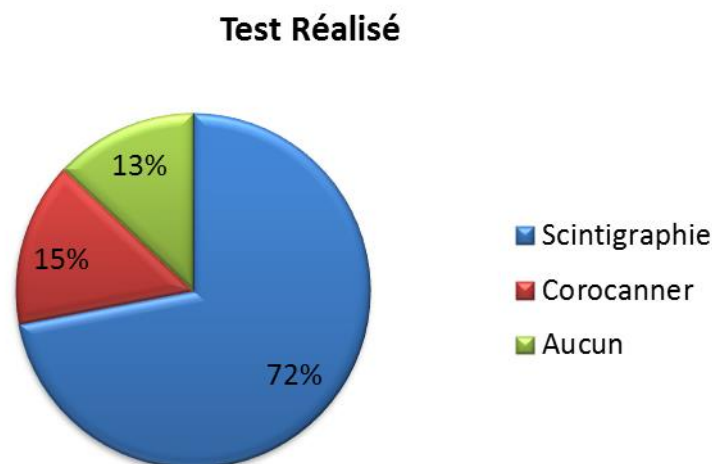


Fig. 30. Proportion de tests réalisés pour tous les patients inclus

III.2.3.2. Objectifs secondaires

Les critères auxquels nous nous sommes intéressés sont d'une part les critères de rentabilité de la filière et les critères de sécurité de ce protocole.

- Rentabilité de la filière
- Diagnostic de coronaropathie

Au total, sur les 47 patients ayant réalisé un test (scintigraphie et coroscanner confondus), 11 des patients ont présenté un test positif (23%).

Tout d'abord, les résultats des examens rapportés dans les comptes rendus ont été recueillis, sachant que, comme nous l'avons vu, seulement 47 patients ont pu réaliser leur test. Un test était positif lorsqu'il détectait une lésion coronaire nouvelle (comparativement aux anciens examens s'il en existait).

La scintigraphie myocardique permet le diagnostic d'une ischémie, sa sévérité (minime, modérée, sévère) selon le degré d'hypofixation, son étendue (en nombre de segments atteints) et son caractère réversible ou non. Le coroscanner met en évidence une lésion anatomique coronaire et précise sa sévérité (sténose minime, légère, modérée, sévère, occlusive).

➤ Résultats de scintigraphie myocardique de stress

Dans cette population, des anomalies ont été constatées pour 10 patients (26%).

Parmi les 44 patients qui ont été inscrits pour une scintigraphie myocardique, 39 ont finalement passé l'examen, 2 ont été hospitalisés et revascularisés pour SCA non ST+ à haut risque avant le rendez-vous, et 3 ne se sont pas présentés à l'examen.

La sévérité de l'ischémie (intensité d'hypofixation) était jugée minime le plus souvent (6 patients), modérée chez 3 patients, et sévère pour 1 patient pour lequel une discussion en staff a statué en faveur d'un traitement médical en première intention.

Les lésions étaient le plus souvent réversibles au repos (pour 8 patients), un patient présentait une lésion partiellement réversible et un autre patient une très discrète lésion non réversible.

➤ Résultats de coroscanner

Dans cette population, des anomalies ont été constatées pour 1 patient sur 7 (14%).

10 patients ont été orientés vers un coroscanner, 1 n'est pas venu au rendez-vous, 1 a été hospitalisé dans l'intervalle pour SCA ST+, 8 ont réalisé l'examen parmi lesquels, pour 1 patient, le coroscanner n'a pas été réalisé entièrement chez ce patient obèse (donc à risque d'images peu interprétables) après l'obtention du score calcique qui était mesuré à 0.

Ces examens ont montré l'absence d'anomalie dans la grande majorité des cas (6 patients sur 7). L'examen anormal concluait à un petit épaissement focal non sténosant du tronc commun et une plaque non calcifiée ostiale de l'IVA1 sténosante à 50%.

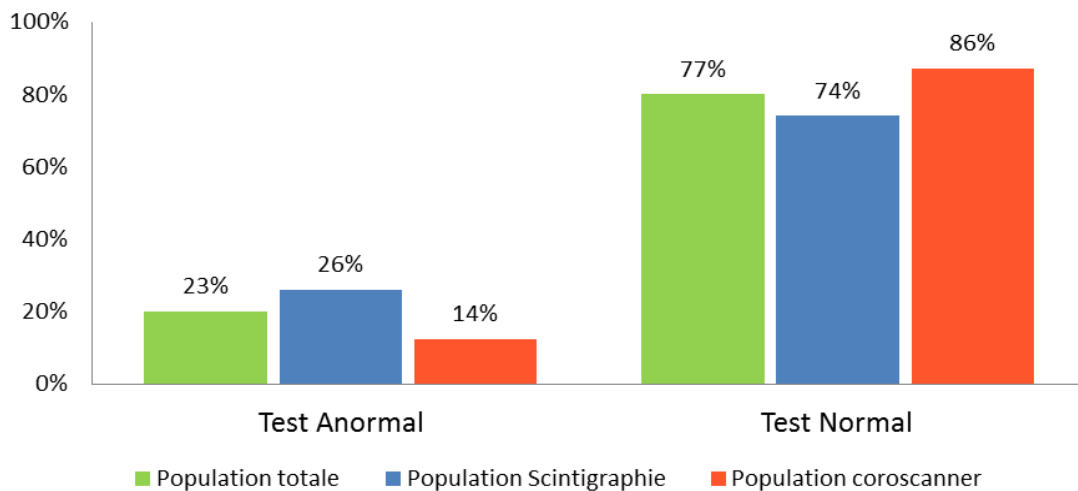


Fig. 31. Proportion de tests anormaux et normaux dans la population totale, les patients de scintigraphie et les patients de coroscanner

- Introduction d'un traitement médical

Lors d'un diagnostic d'ischémie myocardique, les différentes prises en charge thérapeutiques étaient, en fonction de la sévérité de l'atteinte, soit la poursuite du traitement médical déjà en place, soit sa modification, soit l'introduction d'un nouveau traitement, soit la réalisation d'explorations supplémentaires.

Au total, la mise en place d'un traitement médical a été observée pour 24% des patients inclus (13 patients).

Par ordre de fréquence : antiagrégants plaquettaire (9), dérivés nitrés (5), hypolipémifiants (2) et bêta-bloquants (2).

Tout d'abord, il est important de noter qu'une proportion de patients a bénéficié de l'introduction ou d'une modification de leur traitement dès la sortie des urgences auprès du cardiologue, avant même le résultat du test (11 patients sur 54, 20%).

Parmi les 11 patients présentant un test d'ischémie positif, déjà 3 avait eu une modification thérapeutique dès les urgences (introduction ou changement de médicament).

A la suite du test, une modification de traitement a été indiquée pour 6 patients. Pour les autres (5 patients, 45%), il a été indiqué la poursuite du traitement médical déjà en place, soit le traitement habituel, soit le traitement débuté aux urgences.

- Réalisation d'explorations complémentaires

Un seul patient a bénéficié d'un deuxième test d'ischémie. Il s'agissait d'un patient ayant bénéficié en première intention d'une scintigraphie myocardique révélant une ischémie modérée réversible et pour lequel un coroscanner a été effectué en complément par la suite, celui-ci ne retrouvant pas de lésion athéromateuse coronaire, a donc permis l'exclusion de coronaropathie.

Aucun patient n'a été orienté vers une coronarographie à la suite d'un test d'ischémie.

- Sécurité de la filière :

- Evènements ischémiques intercurrents

3 patients (6%) ont présenté un SCA avant la date de leur rendez-vous.

Le premier patient a présenté un SCA ST+ le lendemain de la sortie des urgences et a été hospitalisé pour coronarographie avec revascularisation en urgence. Sa probabilité clinique aux urgences était forte, l'ECG était normal et sa probabilité post-test était moyenne.

Le deuxième patient a présenté un SCA non ST+ à J3 de la sortie des urgences avec élévation de la troponine. Il a été hospitalisé et a bénéficié d'une coronarographie avec revascularisation dans les 72h. Sa probabilité clinique aux urgences était moyenne, l'ECG était normal, sa probabilité post-test était faible.

Le troisième patient a présenté un SCA non ST+ dans la nuit de la veille de son rendez-vous en scintigraphie à J13 de sa sortie des urgences. Il a été hospitalisé et orienté en coronarographie pour revascularisation le jour même. Sa probabilité clinique aux urgences était forte, l'ECG était indécis et la probabilité post-test était forte.

- Délai d'obtention du rendez-vous

Le délai moyen total entre la sortie des urgences et l'examen était de 9 jours (+/- 7 jours). En ce qui concerne la scintigraphie, le délai moyen était de 9 jours (+/- 7 jours), et de 12 jours (+/- 7 jours) pour le coroscanner.

- Pertinence de la probabilité clinique, de l'ECG et de la probabilité post-test

- Résultats en fonction de la probabilité clinique

		Total des patients	Test d'ischémie positif	% de test positif
Probabilité clinique	Faible / Faible à Moyenne	7	2	29%
	Moyenne / Moyenne à Forte	25	5	20%
	Forte	15	4	27%

Tab. 7. Positivité du test d'ischémie selon la probabilité clinique des patients ayant réalisé un test.

- Résultats en fonction de l'ECG

		Total des patients	Test d'ischémie positif	% de test positif
ECG	Normal	28	5	18%
	Indécis	10	1	10%
	Suspect	9	5	56%

Tab. 8. Positivité du test d'ischémie selon le résultat de l'ECG des patients ayant réalisé un test.

- Résultat en fonction de la probabilité post-test

		Total des patients	Test d'ischémie positif	% de test positif
Probabilité post-test	Faible / Faible à Moyenne	14	1	7%
	Moyenne / Moyenne à Forte	28	7	25%
	Forte	5	3	60%

Tab. 9. Positivité du test d'ischémie selon la probabilité clinique globale des patients ayant réalisé un test.

IV. Discussion

- Limites de l'étude
 - Défaut d'inclusions :

Un des biais majeurs rencontré dans cette étude est lié à la méthode d'inclusion des patients. Afin de simplifier les choses pour les praticiens des urgences, il leur a été demandé de coller dans un classeur une étiquette patient pour toute personne vue aux urgences pour douleur thoracique. Il serait ensuite question d'examiner les dossiers et de suivre ceux qui ont été orientés dans la filière FACT. Il est à noter qu'une étude concomitante aux urgences, s'intéressant au cycle de troponine HOH1, partageait la même méthode d'inclusion. Il est possible qu'une certaine confusion se soit installée dans l'esprit des praticiens qui, malgré des informations régulières sur les études en cours, avaient tantôt des oublis d'inclusions, tantôt incluait les patients présentant une douleur thoracique, tantôt exclusivement les malades orienté vers la filière... Ce problème a été responsable d'une perte de certaines inclusions, et pour cette raison il n'a pas été possible d'établir la proportion de patients mis dans la filière parmi toutes les douleurs thoraciques bilantées aux urgences.

Afin d'améliorer les choses, une campagne d'information a été effectuée à l'attention des urgentistes : distribution de feuillets explicatifs avec critères d'inclusion et d'exclusion détaillés et informations pratiques relatives à la prise des rendez-vous ; diffusion d'un format numérique de rappel des paramètres d'inclusion sur les écrans informatifs prévus à cet effet directement dans les salles de soins des urgences ; réunion d'information dédiée à la filière. Mais ces moyens se sont avérés insuffisants.

Nous avons donc mis en place une double inscription dans un deuxième registre tenu par les secrétaires de scintigraphie et de coroscaner afin de récupérer la totalité des patients inclus.

Le nombre assez restreint de patients inclus dans notre étude peut également s'expliquer par plusieurs paramètres :

D'une part, l'utilisation de cette filière n'était initialement pas dans l'usage des médecins urgentistes et cardiologues. Il a donc fallu attendre plusieurs semaines à plusieurs mois pour que la filière FACT entre dans les habitudes de service. De plus, la réunion de formation concernant la filière a eu lieu en novembre, soit 6 mois après le début des inclusions. Ceci a été prévu à dessein afin de dresser un premier bilan intermédiaire et pour permettre aux médecins urgentistes de réagir sur leurs nouvelles pratiques. On a constaté suite à la formation que le nombre d'inclusions est devenu plus important notamment depuis le début d'année 2019 (7 inclusions en janvier, 9 en février contre une moyenne de 4,25 les huit premiers mois). Si cette formation a eu un effet bénéfique certain sur la conduite de l'étude, les 6 premiers mois de l'étude auront malheureusement été particulièrement pauvres quant aux inclusions.

D'autre part, certains patients suivis par leur cardiologue traitant ont probablement bénéficié d'une prise en charge hors de la filière. Il nous semblait important en effet que cette nouvelle filière ne soit pas mal perçue par les cardiologues libéraux et que ces derniers,

s'ils étaient présents et joignables, soient consultés en premier lieu. Bien évidemment, certains patients n'avaient pas de suivi cardiologique préalable et d'autres se sont présentés aux urgences aux heures de la permanence des soins. Dans ces derniers cas, c'est l'interne de cardiologie du CHU qui était contacté.

A ce sujet, il est important de rappeler que l'inclusion dans la filière FACT était impérativement soumise à avis cardiologique. En cas de validation par le cardiologue traitant du patient ou par l'interne de cardiologie du CHU, la prise de rendez-vous était organisée par l'urgentiste. Il est probable qu'un certain nombre de patients n'a pas été inclus par manque de temps en période de suractivité aux urgences, puisque cette prise en charge spécifique constitue une charge de travail supplémentaire. Ensuite, il faut signaler que l'information sur le fonctionnement de la filière a mis un certain temps à être intégrée par les internes de cardiologie, ce qui a également participé sans aucun doute à une limitation des inclusions, surtout à la phase initiale de l'étude.

- Recueil des données

Les données cliniques nécessaires à l'analyse (probabilité clinique, interprétation de l'ECG et probabilité globale) étaient définies par l'urgentiste dans l'observation des urgences. Cependant, un grand nombre d'entre elles n'étaient pas clairement énoncées ; ainsi, la classe de la probabilité et l'interprétation de l'ECG ont dû être définies de façon rétrospective en lisant les observations lors du recueil des données. De plus, la tenue des dossiers médicaux ne permettait pas une connaissance exhaustive des données des patients, notamment pour les facteurs de risque cardiovasculaire.

- Type de test d'ischémie réalisé

Parmi tous les patients inclus dans l'étude, le nombre de patients orientés vers la scintigraphie est beaucoup plus important que pour le coroscanner. Ce résultat était attendu puisque les créneaux disponibles étaient plus nombreux en scintigraphie qu'en coroscanner (3 contre 1 créneau par semaine). Mais il est à noter que les inclusions ont été, surtout à la phase initiale de l'étude, très laborieuses pour le coroscanner. Nous expliquons ce fait essentiellement par deux éléments. Le premier est lié à la complexité du protocole, avec une liste beaucoup longue de contre-indication pour le coroscanner. Certaines de ces contre-indications étaient inévitables, mais d'autres beaucoup plus discutables (comme la limite d'âge fixée à 55 ans). Cette prise de position dans le protocole, certes discutable, est liée au fait que le coroscanner est surtout utile pour exclure la maladie coronarienne ; c'est sa valeur prédictive négative qui est surtout intéressante à l'heure actuelle. A ce titre, il est apparu pertinent d'être plus exigeant sur les critères afin de bien sélectionner les patients pour un créneau de surcroît moins disponible. Cette intention, à nos yeux plutôt louable en théorie car visant à « protéger » le créneau de coroscanner de patients qui auraient sans doute été difficiles à analyser en tomodensitométrie, a eu pour phénomène pervers de laisser beaucoup de créneaux vacants.

D'autre part, les internes de cardiologie sollicités pour avis étaient plus habitués à utiliser la scintigraphie myocardique que le coroscanner. Il est donc possible que cela soit également une des raisons du faible nombre de patients orienté vers le coroscanner.

Notons toutefois qu'après la formation conduite au sein du service, les inclusions de coroscanner ont commencé à augmenter, ce qui nous rend optimistes pour l'avenir.

- Analyse des résultats

L'analyse des caractéristiques de la population montre certaines différences entre les patients de la filière et la population des syndromes coronariens aigus en Europe (125). L'âge moyen de 62 ans est celui observé également dans la population type de SCA. Les femmes étaient également en minorité mais plus présentes dans notre étude que dans la littérature (41% contre 24%). Concernant les facteurs de risque cardiovasculaire, la prévalence de diabète était comparable dans les deux populations, le tabac et l'HTA étaient plus représentés dans la population de l'étude qu'habituellement (46% vs 29% et 46% vs 22%), à l'inverse, l'obésité et la dyslipidémie étaient moins représentées dans notre population (20% vs 63% et 26% vs 45%). Ces différences peuvent peut-être s'expliquer par le fait que certains dossiers médicaux n'étaient pas exhaustifs concernant ces données ce qui a pu entraîner un biais de classement.

- Respect du protocole

Les résultats concernant l'objectif principal sont plutôt satisfaisants. On constate que le protocole a dans l'ensemble été bien respecté et la grande majorité des patients inclus correspondait au profil de patient ciblé par la filière.

L'erreur d'inclusion la plus fréquent observé concernait la probabilité clinique post-ECG du patient. En effet, il avait été convenu en amont que seules les probabilités d'angor instable moyennes à fortes étaient incluables dans la filière, or, comme nous l'avons vu, une part des patients inclus présentait une probabilité faible (22%) ou faible à moyenne (9%).

Ensuite, pour 1/3 des patients la probabilité clinique était estimée forte par les urgentistes, pour autant l'hospitalisation n'a pas été indiquée. Peut-être que ce constat s'explique par le fait qu'au CHU de Nantes, l'organisation multi site fait que l'interne en cardiologie d'avis ne rencontre pas le patient et donc ne peut pas se faire sa propre idée, il est obligé de se baser sur les critères exposés par le praticien au téléphone, ces critères étant plus objectifs que le ressenti auprès du patient. Dans ces conditions, une autorisation de regagner le domicile est peut-être plus facilement consentie lorsqu'on a bien vérifié la normalité de la troponine.

Chez les 2 patients de plus de 55 ans ayant quand même été inclus pour un coroscanner, le résultat du coroscanner était normal. Chez la patiente diabétique, il a été décidé de la réalisation d'un score calcique initial devant le terrain (obésité et diabète), celui-ci a été mesuré à 0. Dans ces 3 cas, l'entorse aux critères d'exclusion ne s'est pas soldée par un faux positif, cela n'a donc pas biaisé l'analyse des résultats.

Enfin, 4 patients inclus sur 54 ne se sont pas présentés au rendez-vous d'examen ou ont appelé pour l'annuler, cette proportion est néanmoins acceptable et traduit une observance satisfaisante du protocole de la part des patients.

- Rentabilité de la filière

En ce qui concerne les résultats des tests non invasifs, on constate qu'ils ont permis la détection d'une coronaropathie dans une proportion non négligeable des patients adressés. Chez près d'un patient sur quatre (23%) ayant réalisé un test, une ischémie a été mise en évidence.

Pour la scintigraphie, une plus grande proportion des tests s'est révélée positive (26%), cependant, les lésions constatées étaient dans leur grande majorité minimales voire modérées.

Concernant le coroscaner, le nombre de patients ayant bénéficié de l'examen est très faible ce qui ne permet pas d'observer une tendance, cela dit, pour la plus grande partie les patients présentant un examen tout à fait normal, ce qui a permis de rassurer le patient sur l'absence de lésion coronarienne. Un seul patient s'est vu conclure à un examen pathologique détectant notamment une sténose modérée (50%) de l'IVA relevant d'un traitement médical, le patient a été orienté vers son médecin généraliste pour discuter de la prise en charge médicamenteuse avec les spécialistes.

Concernant les patients dans la filière chez qui une coronaropathie a été confirmée en test d'ischémie, la prise en charge thérapeutique a été médicamenteuse pour tous. Nous n'avons pas constaté d'indication à une coronarographie à la suite d'un test d'ischémie puisque toutes les lésions constatées ont relevé d'un traitement médical selon les recommandations (à l'exception d'un patient en scintigraphie présentant une lésion ischémique sévère pour lequel un traitement médical avait été décidé en staff). Ce résultat nous semble étonnant car on se serait attendu à observer au moins une petite proportion de patients orientés secondairement en coronarographie. Il est possible que des inclusions ratées soient à l'origine de cette surprise. Cependant, rappelons encore une fois que 3 patients ont été hospitalisés pour un SCA avant la réalisation du test d'ischémie. Il est donc probable que ces patients auraient été orientés vers la coronarographie si le test d'ischémie avait pu être réalisé avant la survenue de l'infarctus.

- Sécurité de la filière

L'analyse des résultats sur les critères liés à la sécurité de la filière montre tout d'abord que les délais de rendez-vous (9 jours en moyenne) sont respectés puisque l'intervalle de temps était fixé entre 7 jours et 1 mois. Le minimum de 7 jours avait été déterminé en amont afin de laisser un temps organisationnel et surtout pour permettre, en cas de créneau laissé vacant, de proposer cette plage horaire pour un patient de cardiologie afin de ne pas gaspiller de vacation. Un délai maximum d'un mois avait été décidé pour ne pas être trop à distance de l'épisode douloureux ce qui pourrait entraîner une perte de chance pour le patient. Nous avons constaté qu'en revanche, les écarts types de la moyenne étaient très larges (+/- 7 jours), en effet, certains rendez-vous étaient pris très rapidement et d'autres plus tardivement avec une fourchette assez large (entre 1 jour et 30 jours). Ainsi, dans ces quelques cas extrêmes les délais fixés n'étaient pas respectés. Par ailleurs, comme nous l'avons vu, 3 patients ont présenté un nouveau syndrome coronarien aigu ayant

nécessité une coronarographie en urgence, avant leur date de rendez-vous. Ces événements ont eu lieu à J1, J3 et J13 de la sortie des urgences, ce qui pose la question, de raccourcir les délais d'examens afin d'éviter ces événements. Cela dit, les 2 patients ayant présenté une SCA à J1 et J3 n'aurait de toute façon pas pu être rattrapés par un des tests en externe vu le délai extrêmement court, en ce qui concerne le patient ayant présenté un SCA à J13, un raccourcissement des délais aurait en effet pu éviter cet incident, même si un délai de 2 semaines pour un test d'ischémie paraît plus qu'acceptable

- Pertinence de la probabilité post-test

Ensuite, nous avons analysé la présence de lésion ischémique lors du test selon la probabilité clinique, l'ECG et la probabilité post-test présentés par le patient aux urgences.

On constate que la probabilité clinique seule ne permet pas vraiment de dessiner une tendance quant au risque ischémique (tab. 7).

En revanche, la probabilité post-test incluant l'analyse de l'ECG est beaucoup plus discriminante que chacun des deux critères pris séparément. La démarche bayésienne utilisée dans ce protocole paraît donc être une bonne méthode. Cela est plutôt rassurant car cette approche diagnostique est préconisée par la Haute Autorité de Santé depuis 2006 dans ses référentiels.

L'analyse des résultats semble dessiner une association entre le poids de la probabilité post-test et la détection d'ischémie en test non invasif. Parmi les 17 patients présentant une probabilité post-test faible et moyenne à faible, une ischémie a été identifiée pour 1 seul patient (Tab. 9). En revanche, les tests d'ischémie des patients présentant une probabilité post-test plus importante ont tendance à être plus souvent positifs (25% pour les probabilités moyennes et moyennes à fortes et 60% pour les probabilités fortes). Cela conforte l'idée que l'inclusion des patients dans la filière doit être réservée en priorité à ceux qui présentent une probabilité d'angor instable au moins moyenne.

Par ailleurs, pour les patients présentant une probabilité post-test forte aux urgences, le risque ischémique est donc majeur, la question se pose de l'indication d'une hospitalisation pour ces malades, d'autant qu'ils sont peu nombreux (5 patients sur 47).

Il est à noter que chez les 3 patients ayant présenté un SCA après le retour au domicile, la probabilité post-test était faible dans le 1^{er} cas, elle était moyenne pour le deuxième et forte pour le dernier. Un seul patient a donc été autorisé à regagner son domicile malgré une proba-post test forte. Aurait-il fallu hospitaliser ce patient ? Rien ne permet de le dire et notre travail manque cruellement de puissance pour mieux cerner la proportion de patients à risque de présenter un accident coronarien avant d'avoir eu le temps de consulter dans la filière.

- Difficultés de diagnostic de l'angor instable

La mise en place de la filière FACT a été motivée par le caractère complexe du diagnostic d'angor instable et donc par la volonté d'une prise en charge plus codifiée. En effet, contrairement à l'infarctus du myocarde avec sus décalage du segment ST où le doute n'est pas permis compte tenu du caractère qualifiant de l'ECG, les sociétés savantes n'ont pas pu clairement établir de critères diagnostiques indiscutables pour l'angor instable. Dans la douleur thoracique sans sus décalage ST, après avoir écarté un infarctus du myocarde suite au dosage de la troponine, le praticien garde une incertitude sur l'étiologie coronarienne ou non de la douleur. La clinique est donc le seul moyen pour étayer ce diagnostic dans le contexte d'urgence. L'angor instable est le reflet d'une ischémie sévère mais transitoire, donc l'ECG, nous l'avons vu dans les résultats, est le plus souvent normal, puisque dans la grande majorité des cas, la douleur n'est plus présente lors du passage aux urgences. Néanmoins on peut observer des anomalies électriques dans l'angor instable pour certains cas : Lorsque l'ECG est réalisé en per critique, on observe alors les mêmes anomalies que dans l'infarctus du myocarde non ST+, un sous décalage du segment ST voire un sus décalage transitoire du segment ST ; En post critique, l'ECG est le plus souvent normal mais il arrive que des anomalies électriques persistent notamment des signes d'ischémie épicaudique avec négatation des ondes T. Ces anomalies électriques lorsqu'elles sont présentes, vont donc être un critère diagnostique supplémentaire en faveur d'une coronaropathie.

Le protocole local mis en œuvre pour guider la suspicion clinique d'angor instable proposé dans FACT a été discuté conjointement avec les cardiologues de Nantes. Son but est d'exploiter le plus possible les données cliniques disponibles ainsi que l'ECG afin d'affiner la probabilité d'une lésion coronaire. Le protocole proposé permet d'estimer une probabilité clinique (basé sur le type de douleur et le terrain du patient comme expliqué dans la partie Matériel et Méthodes), puis d'aboutir à une probabilité globale ajustée selon le résultat de l'ECG, un ECG anormal faisant augmenter la probabilité globale.

Ainsi, la prise en charge diagnostique de ces douleurs thoraciques aux urgences est plus codifiée et permet de façon plus claire l'indication ou non d'examen complémentaires, en l'occurrence de test d'ischémie.

- Intérêt d'une filière devant des recommandations peu suivies

Le deuxième intérêt à mettre en place la filière FACT est de compenser la prise en charge en pratique, qui diffère parfois des recommandations. En effet, si les recommandations sur l'angor instable, nous l'avons vu, sont moins explicites que pour le SCA ST+, il est néanmoins recommandé pour tout syndrome coronarien sans sus décalage du segment ST (dont l'angor instable) de stratifier le risque ischémique à l'aide de scores validés (notamment le score de GRACE). Les recommandations actuelles de l'ESC indiquent que pour risque bas, un test d'ischémie non invasif est recommandé, mais pour un risque intermédiaire ou plus, une coronarographie est recommandée dans un délai allant jusqu'à 72 heures. Ainsi, même avec une troponine normale, certains critères cliniques ou électriques, ou un terrain spécifique (comme une FEVG<40%, un angor post-infarctus ou post-pontage récent, etc.) sont censés être suffisants pour orienter vers une coronarographie. Or, cette

démarche n'est pas ou peu réalisée en pratique courante et les scores ne sont pas utilisés dans la prise en charge de l'angor instable. En l'absence de modifications ECG patentes chez un malades qui souffre, où la coronarographie ne sera pas discutée et ne souffrira pas d'attendre un résultat biologique, il faut admettre que l'élévation de la troponine reste le critère quasi incontournable pour orienter un patient en hémodynamique. Certains patients des urgences, ayant pourtant une histoire clinique très suspecte et/ou des modifications ECG parfois subtiles, sont alors autorisés à regagner leur domicile car la troponinémie est restée négative. Il faut reconnaître que cette attitude semble parfois inévitable, le cardiologue d'avis n'étant pas présent sur le site des urgences (ce qui l'empêche de se forger sa propre conviction clinique en évaluant lui-même le patient) et le taux de remplissage des soins intensifs de cardiologie ne laissant de place qu'aux patients les plus graves. Il sera sans doute intéressant de voir l'évolution des pratiques dans un futur proche si, avec le projet de nouvel hôpital de Nantes, tous les acteurs sont réunis sur un même site...

Nous avons observé dans les résultats de l'étude que 3 patients avec suspicion d'angor instable, avaient, à la suite de leur consultation aux urgences, présenté un SCA ST+ (ou « équivalent ST+ »). Ces patients auraient-ils dû être hospitalisés pour réalisation d'une coronarographie ? Il n'est pas permis de juger de la pertinence d'une décision à la seule considération de l'évolution finale du malade ! Seul l'un de ces trois malades présentait une probabilité post-ECG forte, donc la décision de retour à domicile semblait probablement licite pour au moins deux d'entre eux. Peut-être même est-ce le malade qui n'a pas souhaiter rester à l'hôpital ? A final, l'analyse de ces trois accidents ischémiques avant rendez-vous dans la filière est difficile à analyser. Ce qui est certain, c'est qu'avant l'instauration de la filière, les patients des urgences étaient quasi systématiquement livrés à eux-même pour la réévaluation cardiologique à distance. Tel n'est plus le cas. La filière FACT présente l'intérêt majeur de diagnostiquer ces patients précocement avant de constituer un accident ischémique grave. Mais pour cela les RDV doivent être précoces, ce qui semble être le cas dans notre série de patients. Enfin, un malade présentant des critères justifiant une hospitalisation (même si la troponine est négative) ne saurait être géré en ambulatoire au motif qu'une filière performante est accessible. Cette éventuelle dérive n'est pas présente à l'heure actuelle, mais il serait intéressant d'y veiller dans le futur.

- Patients perdus de vue

Une autre limite de l'étude est qu'il n'a pas été prévu en amont de recontacter les patients perdus de vue au sein de la filière. Les patients n'ayant pas honoré leur rendez-vous n'ont donc pas eu de suivi spécifique. Les problèmes d'observance des patients sont un problème récurrent et difficilement soluble. Un rappel de ces patients aurait présenté un intérêt pour distinguer ceux qui n'ont pas souhaité consulter de ceux qui ont finalement été suivis dans une autre structure, et pour identifier si un défaut d'information sur l'intérêt de la filière est en cause dans le problème d'observance. Ces éléments auraient en effet été intéressants à analyser mais auraient constitué trop de critères à évaluer dans cette étude, et nous avons jugé souhaitable de nous concentrer sur des objectifs moins nombreux mais bien précis

- Perspectives de la filière FACT

L'essor récent des inclusions laisse présager que la filière va être de plus en plus utilisée dans les prochains mois puis à terme. Le nombre de créneaux disponibles pour les examens (3 par semaine pour la scintigraphie et 1 par semaine pour le coroscanner) paraît pour le moment suffisamment adapté à la population des urgences, il sera à réajuster plus tard si les inclusions sont plus nombreuses.

Une des modifications à apporter au protocole serait peut-être d'alléger les critères d'exclusion très stricts du coroscanner, notamment ceux portant sur l'âge (patients de plus de 55 ans exclus) et sur le diabète. Ces critères ont été décidés à la création du protocole mais ne reposent pas sur des données de littérature. Certes, le coroscanner est utilisé ici surtout pour sa valeur prédictive négative permettant de rassurer sur l'absence de l'origine coronarienne d'une douleur thoracique, cependant, le cut-off de 55 ans pourrait peut-être être revu à la hausse sans risquer de faux positif, de même que pour le patient diabétique non insulino-dépendant et bien équilibré. Ces critères restent à discuter avec les radiologues.

Enfin, devant l'évolution technique continue de l'imagerie par coroscanner, il est probable que cet examen, qui a déjà les qualités d'être accessible et peu coûteux, affine sa performance diagnostique dans les prochaines années avec le développement de son appréciation fonctionnelle de l'ischémie grâce à la mesure fractionnelle du flux de réserve coronaire.

V. Conclusion

Le diagnostic d'angor instable aux urgences est sans doute plus difficile à poser que celui d'infarctus du myocarde. En effet, l'infarctus du myocarde combine habituellement des éléments plutôt objectifs, tels que la douleur souvent persistante lors de l'examen clinique, les modifications ECG ainsi que l'élévation de la troponine. Dans l'angor instable en revanche, et particulièrement chez des patients qui a priori vont être autorisés à regagner leur domicile, le diagnostic est rarement tranché. En effet, la douleur a souvent cédé lorsque les patients sont examinés, l'ECG est habituellement normal et, par définition, la troponine est négative et/ou stable. Si une échocardiographie est réalisée, des troubles récents de la cinétique segmentaire ne doivent théoriquement pas être observés au repos. Au final, on parle donc plutôt de suspicion d'angor instable que de diagnostic formel. Seul un test d'ischémie voire une coronarographie permettront d'obtenir une certitude diagnostique en cas d'anomalies objectivées.

Nous comprenons donc bien l'apport majeur de cette filière pour des patients des urgences autorisés à regagner leur domicile, avec cette fois une proposition de suivi permettant d'avancer dans le diagnostic. Il est important de rappeler qu'avant la création de la filière FACT ces mêmes patients étaient orientés vers une consultation cardiologique externe dont on ignorait le plus souvent si cette dernière aurait bien lieu, et si oui dans un délai raisonnable.

Mais si des créneaux de tests d'ischémie sont dégagés pour des patients des urgences, il apparaît évident qu'une sélection des individus doit aller de pair. En effet, tous les patients vus aux urgences pour des douleurs thoraciques ne peuvent relever de la filière. Le patient cible est celui qui ne souffre plus, ne présente aucun critère imposant une hospitalisation, mais dont l'histoire apparaît suffisamment suspecte pour que l'on tienne absolument à lui proposer un test d'ischémie dans un délai rapide. Par conséquent, la mise en place de la filière FACT ne pouvait être réalisée sans rédiger en parallèle un protocole comportant une aide à l'établissement de la probabilité d'angor instable. C'est ce qui a été fait dans ce travail.

Au final, l'évaluation de la filière FACT nous semble satisfaisante mais largement perfectible.

54 patients ont été inclus dans la filière. Cette dernière nous a semblé être sous-utilisée par rapport au nombre de patients examinés aux urgences, même si une amélioration secondaire des inclusions a été constatée. Il aurait été intéressant de comparer le nombre de patients inclus dans la filière parmi tous ceux qui ont été examinés aux urgences, mais la qualité du recueil n'a pas permis cette analyse.

Le respect du protocole d'inclusion semble avoir été globalement bon, même si on dénombre 22% des patients inclus avec une probabilité clinique faible et 7% des patients ne s'étant pas présenté à leur RDV.

Une coronaropathie a été identifiée chez 26% des patients en scintigraphie myocardique et 14% en coroscanner, ce qui atteste d'une sélection correcte des patients même si des améliorations restent possibles. Nous avons déploré 3 cas de patients ayant présenté un infarctus du myocarde revascularisé avant leur RDV de test d'ischémie. L'analyse rétrospective de ces dossiers, avec les limites qu'elle comporte, ne permet pas d'identifier de facteur évitable évident mais pose la question de l'évaluation initiale aux urgences.

Le principal axe d'amélioration d'utilisation de la filière semble être une sensibilisation à l'évaluation du diagnostic d'angor instable, avec une approche basée sur l'établissement de probabilités clinique et post-ECG. En effet, la bonne sélection des patients à inclure dans la filière est à la fois garante de la rentabilité diagnostique des tests d'ischémie proposés, mais aussi de la sécurité de prise en charge des patients afin de ne pas gérer en ambulatoire des patients qui relèveraient d'une hospitalisation.

BIBLIOGRAPHIE

1. OMS. Maladies cardiovasculaires [Internet]. 2017. Disponible sur: [https://www.who.int/fr/news-room/factsheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/fr/news-room/factsheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
2. Société Française de Cardiologie. 25èmes Journées Européennes de la Société Française de Cardiologie [Internet]. 2015. Disponible sur: https://sfcadio.fr/sites/default/files/pdf/presse/dpjesfc_2015.pdf
3. InVS. Maladies cardio-neuro-vasculaires [Internet]. 2010. Disponible sur: <http://invs.santepubliquefrance.fr/fr/./layout/set/print/Dossiers-thematiques/Maladies-chroniques-et-traumatismes/Maladies-cardio-neuro-vasculaires/Les-cardiopathies-ischemiques>
4. Roffi M, Patrono C, Collet J-P, Mueller C, Valgimigli M, Andreotti F, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*. 14 janv 2016;37(3):267-315.
5. Charpentier S, Beaune S, Joly LM, Khoury A, Duchateau F-X, Briot R, et al. Management of chest pain in the French emergency healthcare system: the prospective observational EPIDOULTHO study. *European Journal of Emergency Medicine*. juill 2017;1.
6. Nallet O, Ketata N, Ferrier N, Marcaggi X. La prise en charge rapide des douleurs thoraciques aux urgences. *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie*. nov 2016;65(5):326-9.
7. Bauters C. Vulnérabilité et instabilité : les liens entre l'athérosclérose et ses complications - Vulnerability and instability: the links between atherosclerosis and its complications. *Mise au point*. 2006;5.
8. Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM. *Gray's Anatomie pour les étudiants*. 2e édition. Paris : Elsevier ; 2010.
9. Collège des Enseignants de Médecine vasculaire et de Chirurgie vasculaire. Item 128 : Athérogenèse, athérome : épidémiologie et traitement. 2010.
10. GUTH BD, et al. Time course and mechanisms of contractile dysfunction during acute myocardial ischemia. *Circulation* 1993; 87(suppl IV):35-42
11. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease. The Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. (English Edition). févr 2014;67(2):135.
12. Diamond G, Forrester J. Analysis of probability as an aid in the clinical diagnosis of a coronary artery disease. *N Engl J Med*. June 1979; 300(24):1350-8.
13. Genders TSS, Steyerberg EW, Alkadhi H, Leschka S, Desbiolles L, Nieman K, et al. A clinical prediction rule for the diagnosis of coronary artery disease: validation, updating, and extension. *European Heart Journal*. 1 juin 2011;32(11):1316-30.
14. HAS. Guide du parcours de soins. Maladie coronarienne stable. 2014.
15. Wiel E, Assez N, Goldstein P. Stratégie de prise en charge des syndromes coronariens aigus. *EMC - Médecine d'urgence*. déc 2012;7(4):1-15.
16. Yip TPY, Pascoe HM, Lane SE. Impact of high-sensitivity cardiac troponin I assays on patients presenting to an emergency department with suspected acute coronary syndrome. *The Medical Journal of Australia*. 4 août 2014;201(3):158-61.
17. Mueller C. Biomarkers and acute coronary syndromes: an update. *European Heart Journal*. 1 mars 2014;35(9):552-6.
18. Braunwald E, Morrow DA. Unstable Angina: Is It Time for a Requiem? *Circulation*. 18 juin 2013;127(24):2452-7.
19. HAS. Critères décisionnels pour la prescription d'une désobstruction coronaire pour un infarctus aigu [Internet]. 2012. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_2003906/fr/criteres-decisionnels-pour-la-prescription-d-une-desobstruction-coronaire-pour-un-infarctus-aigu

20. Delahaye F. Recommandations de la Société européenne de cardiologie sur la coronaropathie stable. *Réalités cardiologiques*. 2013;10.
21. Delahaye F. Recommandations de la Société européenne de cardiologie sur les syndromes coronaires aigus sans sus-décalage du segment ST. *Réalités cardiologiques*. 2015
22. Roffi PM, Müller C, Valgimigli M, Windecker S. Nouveautés pour la prise en charge du syndrome coronarien aigu sans sus-décalage du segment ST : recommandations 2015. *Revue médicale Suisse*. 2016;6.
23. Marcade D-M. *Électrocardiogramme d'effort*. Masson Elsevier. 2014.
24. Attias D. *KB Cardiologie*. Vernazobres-Gregio. 2010.
25. Mark DB, Hlatky MA, Harrell FE, Jr., Lee KL, Califf RM, Pryor DB. Exercise treadmill score for predicting prognosis in coronary artery disease. *Ann Intern Med* 1987;106:793-800.
26. Abergel E, Chauvel C. Evaluation de l'ischémie myocardique par l'échographie de stress. *Réalités cardiologiques*. janv 2012;16-9
27. Chauvel C, Abergel E, Saint-Augustin C. Place de l'échographie sous dobutamine dans la détection de la viabilité myocardique.
28. Garot J. avantages et limites de l'IRM de stress ? *La Lettre du Cardiologue*. mai 2014 ;475 :10-6
29. Garot J, Mana M, Sanguinetti F. Evaluation de l'ischémie myocardique : quelles sont les bonnes indications de l'IRM de stress ? *Réalités cardiologiques*. 2012;284 :20-5
30. Garot J. *Imagerie cardiaque: quoi de neuf?* Imagerie cardiaque. 2006
31. Wahl A, Paetsch I, Gollesch A, Roethemeyer S, Foell D, Gebker R, et al. Safety and feasibility of high-dose dobutamine-atropine stress cardiovascular magnetic resonance for diagnosis of myocardial ischaemia: experience in 1000 consecutive cases. *Eur Heart J*. 2004; 25 :1230–36
32. Mouden M, Timmer JR, Ottervanger JP, Reiffers S, Oostdijk AHJ, Knollema S, et al. Impact of a new ultrafast CZT SPECT camera for myocardial perfusion imaging: fewer equivocal results and lower radiation dose. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. juin 2012;39(6):1048-55.
33. Steinbach M, Theolade R, Didon-Poncelet A, Hanssen M, Demangeat J-L. Une stratégie combinée coroscanner-scintigraphie myocardique peut permettre de réduire avec sécurité le recours à la coronarographie chez les patients ayant un résultat équivoque à l'un des tests. *Médecine Nucléaire*. nov 2012;36(11):663-73.
34. Fiechter M, Ghadri JR, Kuest SM, Pazhenkottil AP, Wolfrum M, Nkoulou RN, et al. Nuclear myocardial perfusion imaging with a novel cadmium-zinc-telluride detector SPECT/CT device: first validation versus invasive coronary angiography. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. nov 2011;38(11):2025-30.
35. Manrique A, Marie P-Y. Recommandations pour la réalisation et l'interprétation de la tomoscintigraphie de perfusion myocardique. *Archives des maladies du cœur et des vaisseaux*, juin 2003;96(6) :695-711
36. Shaw L. Prognostic value of gated myocardial perfusion SPECT. *Journal of Nuclear Cardiology*. avr 2004;11(2):171-85.
37. Vanzetto G, Ormezzano O, Fagret D, Comet M, Denis B, Machecourt J. Long-Term Additive Prognostic Value of Thallium-201 Myocardial Perfusion Imaging Over Clinical and Exercise Stress Test in Low to Intermediate Risk Patients: Study in 1137 Patients With 6-Year Follow-Up. *Circulation*. 5 oct 1999;100(14):1521-7.
38. Diaz LA, Brunken RC, Blackstone EH, Snader CE, Lauer MS. Independent Contribution of Myocardial Perfusion Defects to Exercise Capacity and Heart Rate Recovery for Prediction of All-cause Mortality in Patients With Known or Suspected Coronary Heart Disease. 2001;37(6):7.
39. Zhou T, Yang L, Zhai J, Li J, Wang Q, Zhang R, et al. SPECT myocardial perfusion versus fractional flow reserve for evaluation of functional ischemia: A meta analysis. *European Journal of Radiology*. juin 2014;83(6):951-6.

40. Nabi F, Chang SM, Xu J, Gigliotti E, Mahmarian JJ. Assessing risk in acute chest pain: The value of stress myocardial perfusion imaging in patients admitted through the emergency department. *Journal of Nuclear Cardiology*. avr 2012;19(2):233-43.
41. Travin M, Dessouki A, Cameron T. Use of exercise Technetium-99 Sestamibi SPECT imaging to detect residual ischemia and for risk stratification after acute myocard infarction. *Am J Cardiol* 1995;75:665-9
42. Vanzetto G. Evaluation de l'ischémie myocardique par ECG d'effort et scintigraphie myocardique. *Réalités cardiologiques*. Janv 2012 ;283 :10-5
43. Hachamovitch R, Rozanski A, Shaw LJ, Stone GW, Thomson LEJ, Friedman JD, et al. Impact of ischaemia and scar on the therapeutic benefit derived from myocardial revascularization vs. medical therapy among patients undergoing stress-rest myocardial perfusion scintigraphy. *European Heart Journal*. 2 avr 2011;32(8):1012-24.
44. Lim SH, Anantharaman V, Sundram F, Chan ES-Y, Ang ES, Yo SL, et al. Stress myocardial perfusion imaging for the evaluation and triage of chest pain in the emergency department: A randomized controlled trial. *Journal of Nuclear Cardiology*. déc 2013;20(6):1002-12.
45. Conti A, Sammiceli L, Gallini C, Costanzo EN, Antonucci D, Barletta G. Assessment of patients with low-risk chest pain in the emergency department: Head-to-head comparison of exercise stress echocardiography and exercise myocardial SPECT. *American Heart Journal*. mai 2005;149(5):894-901.
46. Goldkorn R, Naimushin A, Beigel R, Naimushin E, Narodetski M, Matetzky S. Evaluation of Patients with Acute Chest Pain Using SPECT Myocardial Perfusion Imaging: Prognostic Implications of Mildly Abnormal Scans. 2017;19:4.
47. Bellemain-Appaix A, Batisse J.P. Coroscanner en pratique : mise au point. *La Lettre du Cardiologue* juin 2011;446:22-38.
48. Deux JF, Jourdan G, Garot J, Luciani A, Kobeiter H, Guéret P, et al. Realisation d'un scanner des coronaires : bonnes pratiques. *Journal de Radiologie*. oct 2007;88(10):1338.
49. Monney P, Prior J.O. Imagerie cardiaque non invasive : apport spécifique en clinique des nouvelles modalités (I) Evaluation morphologique. *Rev Med Suisse* 2008;4:1304-10
50. Laissy J-P, Sebban V, Deux J-F, Huart V. Imagerie non invasive des artères coronaires : TDM et IRM. *J Radiol*. 2019;11.
51. Khalique OK, Pulerwitz TC, Halliburton SS, Kodali SK, Hahn RT, Nazif TM, et al. Practical considerations for optimizing cardiac computed tomography protocols for comprehensive acquisition prior to transcatheter aortic valve replacement. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*. sept 2016;10(5):364-74.
52. Abdulla J, Abildstrom SZ, Gotzsche O, Christensen E, Kober L, Torp-Pedersen C. 64-multislice detector computed tomography coronary angiography as potential alternative to conventional coronary angiography: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J*. 5 nov 2007;28(24):3042-50.
53. Caussin C. Les indications validées du scanner. *La Lettre du Cardiologue*. novembre 2009;429:22-6.
54. Abbara S, Arbab-Zadeh A, Callister TQ, Desai MY, Mamuya W, Thomson L, et al. SCCT guidelines for performance of coronary computed tomographic angiography: A report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*. mai 2009;3(3):190-204.
55. Cury RC, Abbara S, Achenbach S, Agatston A, Berman DS, Budoff MJ, et al. CAD-RADSTM Coronary Artery Disease – Reporting and Data System. An expert consensus document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT), the American College of Radiology (ACR) and the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). Endorsed by the American College of Cardiology. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*. juill 2016;10(4):269-81.
56. Sangiorgi G, Rumberger JA, Severson A, et al. Arterial calcification and not lumen stenosis is highly correlated with atherosclerotic plaque burden in humans: a histologic study of 723 coronary artery segments using nondecalcifying methodology. *J Am Coll Cardiol* 1998;31:126–33.
57. Bavishi C, Argulian E, Chatterjee S, Rozanski A. CACS and the Frequency of Stress-Induced Myocardial Ischemia During MPI. *JACC: Cardiovascular Imaging*. mai 2016;9(5):580-9.

58. Budoff MJ, Mayrhofer T, Ferencik M, Bittner D, Lee KL, Lu MT, et al. Prognostic Value of Coronary Artery Calcium in the PROMISE Study (Prospective Multicenter Imaging Study for Evaluation of Chest Pain). *Circulation*. 21 nov 2017;136(21):1993-2005.
59. Cazalas G, Sarran A, Amabile N, Chaumoitre K, Marciano-Chagnaud S, Jacquier A, et al. Comparaison du scanner 64-détecteurs et de la coronarographie dans la détection des sténoses coronariennes chez des patients porteurs d'angor stable et de syndrome coronaire aigu à bas risques. *Journal de Radiologie*. sept 2009;90(9):1055-66.
60. Dewey M, Rief M, Martus P, Kendziora B, Feger S, Dreger H, et al. Evaluation of computed tomography in patients with atypical angina or chest pain clinically referred for invasive coronary angiography: randomised controlled trial. *BMJ*. 24 oct 2016;i5441.
61. Douglas PS, Hoffmann U, Patel MR, Mark DB, Al-Khalidi HR, Cavanaugh B, et al. Outcomes of Anatomical versus Functional Testing for Coronary Artery Disease. *New England Journal of Medicine*. 2 avr 2015;372(14):1291-300.
62. The SCOT-HEART Investigators. Coronary CT Angiography and 5-Year Risk of Myocardial Infarction. *New England Journal of Medicine*. 6 sept 2018;379(10):924-33.
63. Hoffmann U, Ferencik M, Udelson JE, Picard MH, Truong QA, Patel MR, et al. Prognostic Value of Noninvasive Cardiovascular Testing in Patients With Stable Chest Pain: Insights From the PROMISE Trial (Prospective Multicenter Imaging Study for Evaluation of Chest Pain). *Circulation*. 13 juin 2017;135(24):2320-32.
64. Bittencourt MS, Hulten EA, Murthy VL, Cheezum M, Rochitte CE, Carli MFD, et al. Clinical Outcomes After Evaluation of Stable Chest Pain by Coronary Computed Tomographic Angiography Versus Usual Care: A Meta-Analysis. *Circulation: Cardiovascular Imaging* [Internet]. avr 2016;9(4). Disponible sur: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCIMAGING.115.004419>
65. Lee S-P, Seo J-K, Hwang I-C, Park J-B, Park E-A, Lee W, et al. Coronary computed tomography angiography vs. myocardial single photon emission computed tomography in patients with intermediate risk chest pain: a randomized clinical trial for cost-effectiveness comparison based on real-world cost. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*. 1 avr 2019;20(4):417-25.
66. Cury RC, Feuchtner GM, Batlle JC, Peña CS, Janowitz W, Katzen BT, et al. Triage of Patients Presenting With Chest Pain to the Emergency Department: Implementation of Coronary CT Angiography in a Large Urban Health Care System. *American Journal of Roentgenology*. janv 2013;200(1):57-65.
67. Hoffmann U, Truong QA, Schoenfeld DA, Chou ET, Woodard PK, Nagurney JT, et al. Coronary CT Angiography versus Standard Evaluation in Acute Chest Pain. *New England Journal of Medicine*. 26 juill 2012;367(4):299-308.
68. Litt HI, Gatsonis C, Snyder B, Singh H, Miller CD, Enrikin DW, et al. CT Angiography for Safe Discharge of Patients with Possible Acute Coronary Syndromes. *New England Journal of Medicine*. 12 avr 2012;366(15):1393-403.
69. Dedic A, Lubbers MM, Schaap J, Lammers J, Lamfers EJ, Rensing BJ, et al. Coronary CT Angiography for Suspected ACS in the Era of High-Sensitivity Troponins. *Journal of the American College of Cardiology*. janv 2016;67(1):16-26.
70. Hoffmann U, Bamberg F, Chae CU, Nichols JH, Rogers IS, Seneviratne SK, et al. Coronary Computed Tomography Angiography for Early Triage of Patients With Acute Chest Pain. *Journal of the American College of Cardiology*. mai 2009;53(18):1642-50.
71. Chang S-A, Choi SI, Choi E-K, Kim H-K, Jung J-W, Chun EJ, et al. Usefulness of 64-slice multidetector computed tomography as an initial diagnostic approach in patients with acute chest pain. *American Heart Journal*. août 2008;156(2):375-83.
72. Gongora CA, Bavishi C, Uretsky S, Argulian E. Acute chest pain evaluation using coronary computed tomography angiography compared with standard of care: a meta-analysis of randomised clinical trials. *Heart*. févr 2018;104(3):215-21.
73. K. Lance Gould. Does Coronary Flow Trump Coronary Anatomy? *JACC : CARDIOVASCULARIMAGING*. 2009;2(8):1009-1023
74. Smulders MW, Jaarsma C, Nelemans PJ, Bekkers SCAM, Bucarius J, Leiner T, et al. Comparison of the prognostic value of negative non-invasive cardiac investigations in patients with suspected or known coronary artery disease—a meta-analysis. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*. 1 sept 2017;18(9):980-7.

75. Gonzalez JA, Lipinski MJ, Flors L, Shaw PW, Kramer CM, Salerno M. Meta-Analysis of Diagnostic Performance of Coronary Computed Tomography Angiography, Computed Tomography Perfusion, and Computed Tomography-Fractional Flow Reserve in Functional Myocardial Ischemia Assessment Versus Invasive Fractional Flow Reserve. *The American Journal of Cardiology*. nov 2015;116(9):1469-78.
76. Hamon M, Geindreau D, Guittet L, Bauters C, Hamon M. Additional diagnostic value of new CT imaging techniques for the functional assessment of coronary artery disease: a meta-analysis. *European Radiology* [Internet]. 7 janv 2019; Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/s00330-018-5919-8>
77. Min JK, Taylor CA, Achenbach S, Koo BK, Leipsic J, Nørgaard BL, et al. Noninvasive Fractional Flow Reserve Derived From Coronary CT Angiography. *JACC: Cardiovascular Imaging*. oct 2015;8(10):1209-22.
78. Gueret P, Deux J-F. Les nouveautés en scanner coronaire : données cliniques et progrès technologiques. *Archives des Maladies du Coeur et des Vaisseaux - Pratique*. oct 2016;2016(251):2-9.
79. Raff GL, Chinnaiyan KM, Cury RC, Garcia MT, Hecht HS, Hollander JE, et al. SCCT guidelines on the use of coronary computed tomographic angiography for patients presenting with acute chest pain to the emergency department: A Report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*. juill 2014;8(4):254-71.
80. Montassier E, Batard E, Gueffet JP, Trewick D, Le Conte P. Outcome of Chest Pain Patients Discharged From a French Emergency Department: A 60-day Prospective Study. *The Journal of Emergency Medicine*. mars 2012;42(3):341-4.
81. Yusuf S, Hawken S, Ôunpuu S, Dans T, Avezum A, Lanas F, et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet* 2004; 364: 937–52.
82. Handschin R, Rickenbacher P. Angor stable: diagnostic non invasif. *Forum Médical Suisse – Swiss Medical Forum* [Internet]. 15 sept 2010;10(37). Disponible sur: <https://doi.emh.ch/fms.2010.07277>

ANNEXE 1. Aide à la détermination de la probabilité post-test (post-ECG) et critères de la filière FACT.

◆ **DIAGNOSTIC :**

❖ **Douleur thoracique :**

- Typiquement rétro-sternale constrictive +/- irradiante, soulagée par les dérivés nitrés
- Attention aux patients à risque d'ischémie silencieuse ou de douleur atypique : patients diabétiques, personnes âgées, sexe féminin

Il faut établir la **probabilité clinique** (ou probabilité pré-test) que la douleur soit d'origine coronarienne.

Cette probabilité clinique est établie sur la base :

- des caractéristiques de la douleur, de la sensibilité éventuelle aux nitrés
- du terrain : le niveau de probabilité est majoré si :
 - présence de facteurs de risque cardio-vasculaire
 - coronaropathie connue
 - femmes (davantage de douleurs à présentation atypique)
 - patients âgés
 - patients insuffisants cardiaques

Probabilité clinique FAIBLE	Probabilité clinique MOYENNE	Probabilité clinique FORTE
Douleur franchement atypique : - punctiforme - à type de pointe / coup de poignard - franche variation respiratoire - franche variation à la palpation - franche variation selon la position	Douleur limitée à une irradiation (bras, cou, mâchoire...) Douleur ni typique ni franchement atypique Probabilité clinique faible mais terrain à risque élevé : - diabète - ≥ 3 facteurs de risque CV - coronaropathie connue	Douleur typique Douleur irradiant dans les 2 bras / épaules = probabilité de SCA x 7 Douleur identique à précédent épisode coronarien avéré Probabilité clinique moyenne sur terrain à risque élevé : - diabète - ≥ 3 facteurs de risque CV - coronaropathie connue

L'évaluation de la probabilité clinique doit figurer dans l'observation médicale des urgences. Elle peut être :

- faible
- faible à moyenne (exemple : douleur atypique + 1 ou 2 FdR CV)
- moyenne
- moyenne à forte
- forte voire très forte

❖ **ECG :**

- Modification dynamiques du segment ST et/ou de l'onde T, avec absence de sus-décalage persistant du segment ST
- Un ECG normal n'élimine pas le diagnostic de SCA non ST+

❖ **ATTENTION : ECG à haut risque (Tél cardio + fax ECG avant résultat troponine) :**

- **Sus-décalage non persistant du segment ST**
- **Sus-décalage limite en amplitude du ST**
- **Infarctus circonférentiel:** sus-décalage en aV_R et/ou V_1 , avec sous-décalage dans ≥ 6 dérivations (lésions tritronculaires ou tronc commun)
- **Sous-décalage profond > 2 mm du segment ST**

La description de l'ECG doit figurer dans l'observation médicale des urgences.

Au terme de cette description, l'ECG sera qualifié de :

- **normal** : absence d'anomalie ou variante de la normale avérée (ex : repolarisation précoce)
- **indécis** : anomalies non spécifiques
- **suspect** : anomalies évocatrices de SCA mais sans atteindre les critères de certitude
- **qualifiant** : anomalies répondant aux critères des définitions ECG existantes

❖ **Démarche bayésienne :**

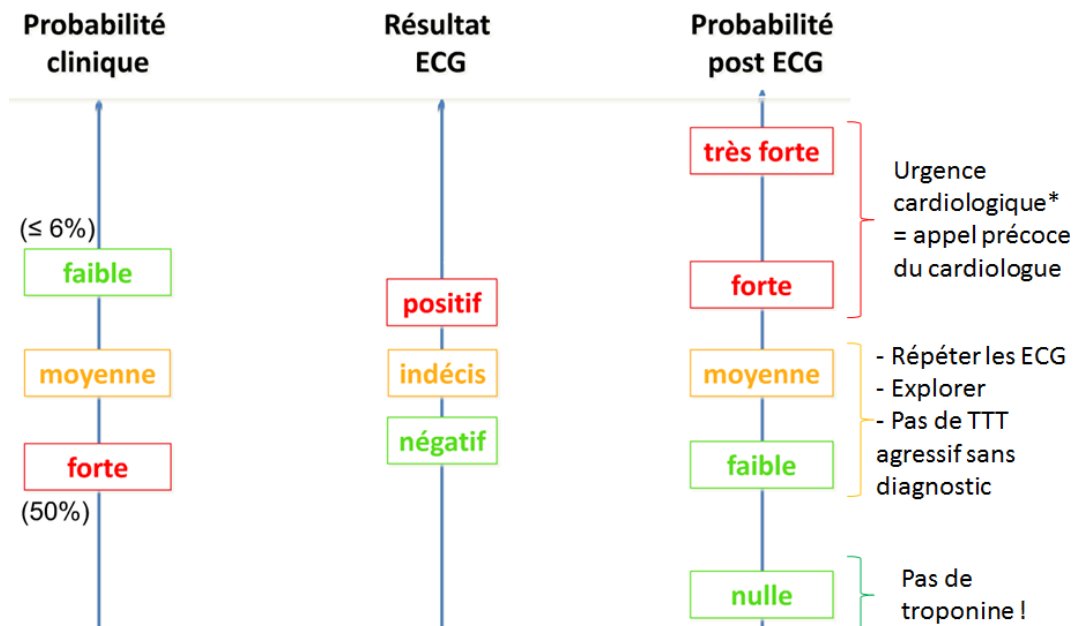
Le patient a été interrogé, examiné, a bénéficié d'un ECG 17 dérivations suivi d'un test à la TNT (en l'absence de CI : hypotension, Rao très serré, ST+ en V3R-V4R).

L'ECG est répété :

- après test à la TNT : évolution du tracé et de la douleur ?
- toutes les 10 à 15 minutes la 1^{ère} heure si douleur persistante et/ou ECG suspect

La probabilité clinique (pré-test) et le résultat du test (l'ECG) sont désormais connus.

Il est recommandé d'appliquer la **démarche bayésienne** suivante afin de déterminer la **probabilité post-test d'infarctus du myocarde**. Cette probabilité post-test doit figurer dans l'observation médicale des Urgences. Elle va guider la suite de la prise en charge.



* Urgence cardiologique ne rime pas toujours avec TTT précoce par bi-AAP et anticoagulation

❖ Test d'ischémie ou imagerie coronaire :

● **Jamais sans avis cardiologique**

● Possiblement en hospitalisation si angor instable typique et/ou douleurs suspectes récidivantes. L'hospitalisation n'est pas réservée qu'aux infarctus du myocarde !

⇒ **En cas de faible suspicion d'angor instable mais sans argument probant pour une autre étiologie :** consultation cardiologique en externe. Le cardiologue décidera alors de l'indication ou non d'un test d'ischémie.

⇒ **En cas de suspicion moyenne voire forte d'angor instable ET si le patient n'est pas hospitalisé :** test d'ischémie indiqué, selon modalités préconisées par le cardiologue référent du patient (en 1^{ère} intention) ou sinon par l'interne de cardiologie de garde du CHU.

❖ **Filières du CHU pour explorations complémentaires :**

Scintigraphie myocardique	Coroscanner
Indications (les 3 critères doivent être réunis) : Probabilité clinique (pré-test) de douleur angineuse \geq moyenne Patient non hospitalisé après bilan à l'urgence Avis cardiologique	
Critère d'exclusion : Femme enceinte ou allaitement	Critères d'exclusion : - Age > 55 ans - Fibrillation atriale - CI aux bêta-bloquants - femme enceinte / allaitement - Patient diabétique - Insuffisance rénale - Patient coronarien connu - Proba clinique forte
Remettre au patient : - double de l'observation médicale - biologie (importance de la créatininémie si coroscanner !) - convocation à imprimer (avec consignes avant examen)	
Faxer la demande d'examen au 65 529 OU appeler le secrétariat au 65 522 OU medecine.nucleairehgrl@chu-nantes.fr	Faxer la demande d'examen au 65 573 OU appeler le secrétariat au 65 588
Pour chaque créneau pris, coller une étiquette dans le classeur FACT +++ TOUT TEST D'ISCHEMIE DOIT AVOIR LIEU AU MOINS 7 JOURS et AU MAXIMUM 1 MOIS après la date de passage aux urgences Coroscanner : créneau le lundi à 12h15 (sauf jour férié) Scinti myocardique : créneaux les mardi, mercredi et vendredi (sauf fériés) à 12h	

ANNEXE 2. Feuille d'inclusion dans filière FACT

<p>Patients vus aux urgences pour douleur thoracique avec dosage de troponine</p>
--

Identité patient (coller étiquette)	Devenir (cocher)		Filière FACT (scinti myocardique ou coroscanner) (cocher)
	Hospitalisé	<input type="checkbox"/>	
	RAD	<input type="checkbox"/>	
	Hospitalisé	<input type="checkbox"/>	
	RAD	<input type="checkbox"/>	
	Hospitalisé	<input type="checkbox"/>	
	RAD	<input type="checkbox"/>	
	Hospitalisé	<input type="checkbox"/>	
	RAD	<input type="checkbox"/>	
	Hospitalisé	<input type="checkbox"/>	
	RAD	<input type="checkbox"/>	

RESUME

Nom : GIRARD

Prénom : Salomé

Titre de thèse : Scintigraphie myocardique et coroscaner chez des patients sortant des urgences du CHU de Nantes avec suspicion d'angor instable : Evaluation de la filière FACT

RESUME

Nous avons réalisé une étude d'évaluation des pratiques professionnelles relative à une filière (baptisée « FACT ») de test d'ischémie en externe, comprenant 3 créneaux de scintigraphie et 1 créneau de coroscaner par semaine, pour des patients sortant des urgences du CHU de Nantes avec suspicion d'angor instable.

Nous avons étudié en 1^{er} lieu le fonctionnement de la filière en terme de respect du protocole d'inclusion et d'observance des RDV proposés.

Ensuite, nous avons observé la proportion de coronaropathies identifiée dans la population sélectionnée ainsi que la sécurité du protocole.

L'étude a été conduite de Mai 2018 à Mars 2019. 54 patients ont été inclus.

Concernant le respect du protocole, les deux seuls critères non respectés ont été l'inclusion de patients présentant une probabilité faible ou faible à moyenne pour 31% des cas, et le non-respect d'un critère d'exclusion du coroscaner pour 3 patients (6%). Le reste des critères ont été respectés. L'observance des patients en rendez-vous était de 92%.

Les tests non invasifs réalisés étaient positifs dans 23% des cas (26% en scintigraphie et 14% en coroscaner). Aucun patient n'a été orienté vers une coronarographie.

3 patients (6%) ont présenté un syndrome coronarien aigu avant d'avoir réalisé le test d'ischémie (1 SCA ST+ et 2 SCA ST- à haut risque).

Le nombre de patients inclus dans la filière était initialement pauvre mais tend grandir ces derniers mois, avec l'habitude des praticiens.

Au final, l'évaluation de la filière FACT nous semble satisfaisante mais largement perfectible. Le principal axe d'amélioration semble être une sensibilisation à l'évaluation du diagnostic d'angor instable, avec une approche basée sur l'établissement de probabilités clinique et post-ECG. En effet, la bonne sélection des patients à inclure dans la filière est à la fois garante de la rentabilité diagnostique des tests d'ischémie proposés, mais aussi de la sécurité de prise en charge des patients afin de ne pas gérer en ambulatoire des patients qui relèveraient d'une hospitalisation.

MOT-CLES : Scintigraphie myocardique, coroscaner, douleur thoracique aiguë, angor instable, urgences.