



UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE  
FES



Année 2016

Thèse N°028/16

EXPERIENCE EN CHIRURGIE CORONAIRE AU SERVICE  
DE CCV AU CHU HASSAN II- FES  
( A PROPOS DE 60 PREMIERS CAS)

THESE  
PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 18/01/2016

PAR  
Mlle. SIAR NIHAD  
Née le 14 Mars 1990 à Taounate

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Cardiopathie ischémique - Pontage aorto coronaire - Circulation extra corporelle - Résultats opératoires

JURY

M. MESSOUAK MOHAMMED..... PRESIDENT et RAPPORTEUR  
Professeur de Chirurgie cadio-vasculaire  
M. AMRANI HASSANI MONCEF..... } JUGES  
Professeur agrégé d'Hématologie  
M. LABIB SMAEL ..... }  
Professeur agrégé d'Anesthésie réanimation

# PLAN

PLAN -----	1
INTRODUCTION -----	7
HISTORIQUE DE LA CHIRURGIE CORONAIRE-----	10
RAPPEL ANATOMIQUE DE LA VASCULARISATION ARTERIELLE CORONAIRE -----	13
PHYSIOLOGIE DE LA CIRCULATION CORONAIRE -----	24
ETIOLOGIES DES STENOSES CORONARIENNES -----	26
A.    L'ATHEROSCLEROSE : -----	27
B.    LES AUTRES CAUSES NON ATHEROSCLEREUSES : -----	28
DIAGNOSTIC POSITIF DE L'INSUFFISANCE CORONAIRE -----	31
A.    CLINIQUE -----	32
B.    EXAMENS COMPLEMENTAIRES -----	36
1.    ECHOCARDIOGRAPHIE TRANS-THORACIQUE : ETT-----	36
2.    CORONAROGRAPHIE : -----	37
3.    EPREUVE D'EFFORT : -----	40
4.    SCANNER CORONAIRE :-----	41
5.    ECHOGRAPHIE ENDOVASCULAIRE : -----	42
6.    AUTRES EXAMENS COMPLEMENTAIRES : -----	43
a.    Echographie de stress : -----	43
b.    Sintigraphie myocardique : -----	43
c.    Imagerie par résonance magnétique IRM :-----	44
PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE -----	46
A.    BUTS :-----	47
B.    TRAITEMENT MEDICAL :-----	47
C.    TRAITEMENT INSTRUMENTAL PERCUTANE :ANGIOPLASTIE -----	49
D.    TRAITEMENT CHIRURGICAL :PONTAGE CORONAIRE -----	53

1. BILAN D'OPERABILITE : -----	53
2. VISITE PREANESTHESIQUE -----	54
3. PROTOCOLE OPERATOIRE : -----	56
a. installation du patient : -----	56
b. Anesthésie : -----	58
c. voie d'abord : -----	60
d. prélèvement et préparation des greffons :-----	60
d.1.greffons artériels : -----	60
d.1.1.Artère mammaire interne-----	60
d.1.2.Artère radiale : -----	64
d.1.3.Artère gastroépiploïque :-----	65
d.1.4.Artère épigastrique : -----	68
d.2.Greffons veineux : -----	69
d.2.1.la veine saphène interne : -----	69
D2.2.Autres veines :-----	73
e. Choix du greffon : -----	73
f. Circulation extra corporelle CEC :-----	74
g. Pontage aortocoronaire :-----	77
g.1.Exposition des artères coronaires:-----	77
g.1.1.Exposition de l'IVA :-----	78
g.1.2.Exposition des branches diagonales :-----	79
g.1.3.Exposition de l'artère circonflexe et de ses branches marginales : -	79
g.1.4.Exposition de la coronaire droite et de ses branches : -----	80
g.2.Techniques d'anastomoses coronaires : -----	80
g.2.1.Anastomoses coronaires distales : -----	81

g.2.1.1. Anastomose Terminolatérale -----	81
g.2.1.2. Anastomose Latéro-latérale séquentielle : -----	82
g.2.2. Anastomoses proximales : -----	84
g.2.2.1. anastomose en « Y » -----	85
g.2.2.2. Anastomose en T : -----	86
g.2.2.3. Anastomose coronarocoronarienne :-----	87
g.3. Les Autres Techniques Chirurgicales :-----	88
g.3.1. Chirurgie directe du TCG :-----	88
g.3.2. Endartériectomie coronaire : -----	89
g.3.3. Laser : -----	89
g.3.4. Chirurgie Coronaire Mini Invasive :-----	90
h. Arrêt de la CEC -----	93
<b>INDICATIONS DE LA REVASCULARISATION CHIRURGICALE: -----</b>	<b>95</b>
<b>SUITES POST-OPERATOIRES-----</b>	<b>106</b>
<b>MATERIEL ET METHODES -----</b>	<b>114</b>
<b>RESULTATS -----</b>	<b>118</b>
<b>DISCUSSION -----</b>	<b>143</b>
I. PROFIL EPIDEMIOLOGIQUE -----	144
II. FACTEURS DE RISQUE CARDIOVASCULAIRE : -----	146
III. COMORBIDITES: -----	147
IV. CLINIQUE ET PARACLINIQUE :-----	149
V. RESULTATS OPERATOIRE : -----	151
<b>CONCLUSION -----</b>	<b>175</b>
<b>RESUME: -----</b>	<b>178</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE -----</b>	<b>184</b>

## Liste des abréviations

ACD	: Artère coronaire droite.
ATC	: Angioplastie transluminale coronaire.
AOMI	: Artériopathie oblitérante du membre inférieur
ATCD	:Antécédents
AVC	: Accident vasculaire cérébral
AVK	: Anti-vitamine K
BAV	:Bloc auriculo-ventriculaire
BBG	:Bloc de branche gauche
BCPIA	: Ballon de contre pulsion intra-aortique.
BPCO	: Bronchopneumopathie chronique obstructive
CASS	: Coronary Artery Surgery Study.
CD	: Coronaire droite
CEC	: Circulation extracorporelle.
CX	: Artère circonflexe.
Dg	: Artère diagonale.
Dobu	: Dobutamine
ECG	: Electrocardiogramme.
ETT	: Echocardiographie Trans-thoracique
ETO	: Echocardiographie Trans-oesophagienne.

FDR CVx	: Facteurs de risque cardiovasculaire
FEVG	: Fraction d'éjection du ventricule gauche.
HTA	: Hypertension artérielle
IDM	: Infarctus du myocarde.
IEC	: Inhibiteur de l'enzyme de conversion
IRM	: Imagerie par résonance magnétique.
IVA	: Artère interventriculaire antérieure.
IVP	: Artère interventriculaire postérieure.
MG	: Artère marginale.
NYHA	: New York Heart Association.
PAC	: Pontage aorto-coronaire.
RRS	: Rythme régulier sinusal
RVP	: Rétroventriculaire postérieure.
TCG	: Tronc commun gauche.
TDM	: Tomodensitométrie.

# INTRODUCTION

Avant l'introduction de la thrombolyse, certains groupes chirurgicaux avaient démontré l'intérêt de la revascularisation chirurgicale, mais depuis, le traitement des lésions coronariennes relève d'autres moyens moins invasifs (thrombolyse, angioplastie) supplantant la chirurgie. Cependant, la chirurgie a démontré une efficacité dans le traitement des sténoses coronaires et reste une solution complémentaire aux autres techniques.

La revascularisation myocardique consiste à la réalisation de pontages entre l'aorte ascendante et la ou les coronaires pathologiques. Le pontage est réalisé avec un fragment de saphène interne ou avec l'artère mammaire interne, en raison de la meilleure perméabilité de celle-ci. D'autres artères servant de ponts peuvent être utilisées (artère mammaire droite, artère gastroépiploïque, artère radiale).

La chirurgie de revascularisation peut s'effectuer sous CEC classique, comme elle peut se pratiquer à coeur battant identifié sous le terme de MICAB (minimally invasive coronary artery bypass). Cette technique est promue afin de réduire les coûts des pontages coronaires et supprimer les effets délétères de la CEC .

Les résultats de cette chirurgie en termes de morbidité et de mortalité dépendent de plusieurs facteurs complexes et susceptibles de changer avec le temps.

Ainsi, le profil des patients opérés en chirurgie coronaire a changé durant ces dernières années, au profit d'une population de plus en plus âgée et présentant un nombre croissant de comorbidité (patients souvent diabétiques, hypertendus et insuffisants rénaux, réseaux coronariens de mauvaise qualité, fonction ventriculaire gauche souvent altérée).

La mortalité précoce après pontage aortocoronarien reste faible malgré l'augmentation constante des facteurs de risque des patients. La mortalité

opératoire est majorée lorsque l'âge est supérieur à 75 ans, la fraction d'éjection est inférieure à 30 %, qu'il s'agisse d'un infarctus aigu, ou qu'il existe un état de choc préopératoire. À long terme, la chirurgie coronarienne améliore la survie des patients présentant une sténose du tronc commun, des sténoses tritronculaires, ou des lésions avec altération de la fonction ventriculaire

**Objectif de notre étude** : Le but de notre travail est de rapporter l'expérience du service de chirurgie cardiovasculaire de CHU hassan II fes dans la prise en charge chirurgicale de la maladie coronaire et de comparer les résultats avec ceux de la littérature.

# HISTORIQUE DE LA CHIRURGIE CORONAIRE

Les travaux de recherche sur le traitement chirurgical de la maladie coronarienne débutèrent avec le XX siècle.

Les premiers s'intéressèrent au système neurovégétatif, aboutissant au concept de dénervation du cœur. Les seconds à la possibilité d'une revascularisation indirecte du myocarde, introduisant le concept physiopathologique de la diminution de la douleur angineuse au moyen d'une augmentation du flux artériel parvenant au myocarde. Les troisièmes, qui initièrent l'aire moderne de la chirurgie directe des artères coronaires furent tributaires de deux découvertes essentielles : la CEC et la coronarographie

### **DENERVATION DU CŒUR :**

Jonnesco présenta en 1920, à l'Académie de médecine de Paris, les résultats de ses travaux sur le traitement de l'angine de poitrine par résection de la chaîne sympathique cervicale gauche, introduisant le concept de dénervation cardiaque dont l'objectif était double : antalgique et suppression du vasospasme coronaire[1].

Suivirent les travaux de Leriche et Fontaine (1925) sur la symplectomie, ceux d'Arnulf (1941) sur la résection des plexus pré et sous aortiques. La sympathectomie cervicothoracique, limitée au pôle inférieur du ganglion stellaire afin d'éviter l'apparition d'un syndrome Claude Bernard-Horner, mais étendue jusqu'aux quatre premiers ganglions thoraciques, assurait la dénervation cardiaque (White, 1934) [2].

### **REVASCULARISATION MYOCARDIQUE INDIRECTE :**

L'augmentation de l'apport de sang oxygéné au myocarde était réalisé sans aborder directement les artères coronaires par apposition sur le myocarde soit du grand épiploon (O'Shaughnessy, 1929) [3] soit du muscle grand pectoral pédiculé après abrasion du péricarde viscéral (Beck, 1935)[4]. Vineberg, en 1950, prona

l'implantation de l'artère mammaire interne libérée et mobilisée dans un tunnel créé dans l'épaisseur myocardique, avec l'espoir d'induire une neoformation capillaire entre l'artère implantée et les artérioles coronaires[5].

### **CHIRURGIE DIRECTE DES ARTERES CORONAIRES :**

Deux découvertes essentielles furent nécessaires au développement de ce nouveau concept de chirurgie directe des artères coronaires :

- la mise au point de la CEC par Gibbon en 1953
- la mise au point de la coronarographie par sondes en 1958.

La réalisation d'une dérivation par interposition d'un greffon en aval de la lésion coronaire, le pontage coronarien, s'imposa au détriment de l'abord direct de la lésion coronaire elle-même (endartériectomie-patch d'élargissement)

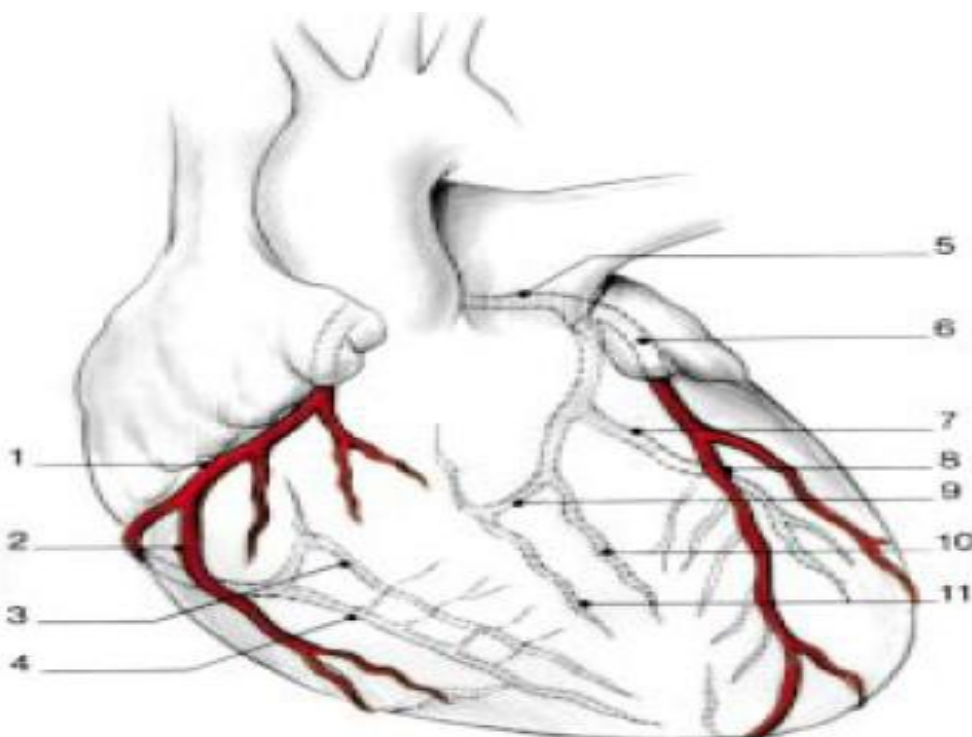
La première endartériectomie coronaire fut réalisée par Bailey en 1956 sans CEC [6]. Dubost réalisa en 1960, pour la première fois, une endartériectomie de l'ostium de l'artère coronaire droite sous CEC, suivi en 1961 par Seening sur IVA (endartériectomie avec patch d'élargissement sous CEC).

Kossolov réalisa le premier pontage mammaire interventriculaire antérieur en 1964 [7]. Mais ce sont les travaux d'Effler et Favaleiro sur les pontages saphènes en 1967 qui marquent la date officielle du début de la chirurgie de revascularisation coronaire [8]. Dès 1968, Green rapportait l'intérêt du greffon mammaire pédiculé pour la revascularisation de l'IVA [9] et les premiers pontage séquentiels furent réalisés dès 1971. En 1977, Gruentring amorçait le problème du choix entre technique de revascularisation chirurgicale ou endoluminale.

# RAPPEL ANATOMIQUE DE LA VASCULARISATION ARTERIELLE CORONAIRE

Les artères coronaires sont les premières branches collatérales de l'aorte ascendante et naissent au niveau des sinus de Valsalva, les troncs coronaires ont ensuite un trajet sous-épïcardique et occupent les quatre sillons du coeur. La direction sinueuse est adaptée aux changements de volume du coeur, sous forme de réserve d'allongement. Les deux sillons interventriculaires reçoivent les artères IVA et IVP (postérieures), tandis que les deux sillons auriculoventriculaires sont respectivement parcourus par les artères coronaires droites (CD) et circonflexe (Cx).

Cette disposition dans les sillons donne l'aspect de deux couronnes perpendiculaires l'une par rapport à l'autre, d'où leur nom d'artères coronaires.



**Figure 1 : Représentation schématique des artères coronaires [10].**

- |   |  |
|---|--|
| 1. Coronaire droite   | 6. Interventriculaire antérieure proximale |
| 2. marginale droite   | 7. première marginale                      |
| 3. rétroventriculaire (diaphragmatique, postérolatérale droite) | 8. interventriculaire antérieure moyenne   |
| 4. interventriculaire postérieure                               | 9. circonflexe distale                     |
| 5. tronc commun gauche  | 10. deuxième marginale                     |
|   | 11. Postérolatérale gauche.                |

## A. ARTERE CORONAIRE DROITE :

**Origine :** sinus coronaire antérieur et droit, 2 mm au-dessus du bord libre de la sigmoïde antérodroite, à mi-distance entre le nodule d'Arantius et la commissure postérodroite.

**Trajet :** on lui décrit trois segments :

- segment I : le trajet initial est dirigé vers l'avant, horizontal et court, presque perpendiculaire à l'aorte. La CD a une forme en «entonnoir » de 3 mm à ce niveau. Elle chemine entre auricule droit et extension pariétale infundibulaire .
- segment II : elle s'infléchit à droite, trajet vertical et long, dans le sillon auriculo ventriculaire droit, assez profondément situé sous une couche de graisse sous-épicaire. Elle décrit une courbe semicirculaire sur le bord droit du coeur .
- segment III : après un coude à angle droit au-dessous du sinus coronaire, elle chemine dans le sillon auriculo ventriculaire en regard de la face postéro diaphragmatique du ventricule droit (VD). En distribution équilibrée, la CD se divise au niveau de la croix du coeur (croisement du sillon auriculo ventriculaire et interventriculaire postérieur) en artère IVP (qui prolonge la CD) et artère rétroventriculaire gauche. Ainsi, la coronaire droite décrit un aspect angiographique en 'C' plus ou moins irrégulier.

**Collatérales :**

- branches vasculaires : pour les parois de l'aorte et de l'artère pulmonaire. L'une d'entre elles (artère graisseuse de Vieussens) s'anastomose parfois

avec une branche analogue de la coronaire gauche (CG) pour former le cercle anastomotique périartériel de Vieussens ;

- branches ventriculaires droites :

\* artères infundibulaires dont la principale est l'artère du conus (une infundibulaire dominante peut naître d'un ostium séparé dans le sinus antérodroit) ;

\* artère marginale du bord droit ;

\* artères diaphragmatiques (petites) ;

- branches auriculaires :

\* artère auriculaire antérieure donnant des branches à la cloison interauriculaire puis l'artère du noeud sinusal ;

\* artère atriale latérale droite.

### *Terminaison*

Après la croix du coeur en :

- L'artère inter-ventriculaire postérieure IVP qui s'engage dans le sillon inter-ventriculaire inférieur et s'épuise avant l'apex. Elle donne des branches des branches collatérales :

- o Septales destinées au tiers inférieur et postérieur de la cloison inter-ventriculaire.

- o Pariétales ventriculaires droites et gauches.

- L'artère rétroventriculaire gauche chemine dans la partie gauche et inférieure du sillon auriculo-ventriculaire, elle donne souvent une branche ascendante pour le noeud auriculo-ventriculaire ainsi que d'autres branches pour la face inférieure du ventriculaire gauche.

L'abord chirurgical de la coronaire droite se fait généralement au niveau de son troisième segment avant sa division. Il est important à signaler que les deux branches terminales de cette artère peuvent être également pontées.

## **B. TRONC COMMUN GAUCHE (TCG) :**

*Origine* : sinus coronaire postérogauche, 2 mm au-dessus de la partie moyenne de la moitié postérieure du bord libre de la valve sigmoïde aortique antérogauche.

*Trajet* : tronc commun chemine sur un court trajet de 10 à 20 mm environ (extrêmes de 0 à 40 mm). Initialement, le trajet est postérogauche puis devient antérodroit entre l'artère pulmonaire et l'auricule gauche pour se diviser en Cx et artère IVA. Dans un tiers des cas il s'agit d'une trifurcation (artère bissectrice ou première diagonale).

*Collatérales* : elles donnent quelques rameaux vasculaires pour la paroi de l'aorte et de l'artère pulmonaire dont l'artère graisseuse de Vieussens qui se ramifie dans la couche graisseuse placée sur la face antérieure de l'artère pulmonaire.

**Terminaison** : le TCG se divise en artère IVA et artère Cx.

### **\* Artère interventriculaire antérieure : IVA**

L'IVA se poursuit dans l'axe du tronc commun. Puis elle parcourt le sillon interventriculaire antérieur, qui sépare les faces antérieures des deux ventricules, en décrivant des sinuosités. Cette artère est volontiers intramyocardique dans son tiers antérieur et sous-épicaire dans ses deux tiers distaux. Elle se termine à la pointe du cœur ou contourne le plus souvent le sommet du cœur et se termine dans le sillon inter ventriculaire postérieur.

## ✓ Collatérales :

- Branches pariétales : destinées essentiellement au ventricule gauche, et dont les plus importantes artères sont:

\*L'artère infundibulaire gauche qui s'anastomose avec son homologue droite.

\*Les artères diagonales, au nombre de 2 à 4, sont destinées à la vascularisation de la face antérieure du ventricule gauche. Elles naissent parfois directement du tronc commun .

- Branches septales : naissant de la face profonde de l'IVA et pénétrant rapidement dans l'épaisseur du septum interventriculaire. La première branche ou première septale est généralement la plus importante et assure la vascularisation des deux tiers antérieurs du septum interventriculaire.

\* Artère circonflexe Cx :

Pratiquement perpendiculaire au tronc commun, elle chemine dans le sillon auriculoventriculaire gauche et elle n'atteint pas la croix du coeur dans une disposition équilibrée. Elle se termine en Cx distale, donnant, après le bord gauche du coeur, des artères postérolatérales gauches.

L'étendue de l'artère Cx est inversement proportionnelle à celle de la CD. Son rapport essentiel est la grande veine coronaire qui la surcroise et forme avec l'IVA le triangle vasculaire de Brocq et Bouchet.

## ✓ Collatérales :

- Branches auriculaires postérieures : La plus importante est l'artère auriculaire supérieure ou artère de Kugel. Parfois, l'artère du noeud sinusal naît quelques millimètres après l'origine de l'artère Cx. Lors de sa naissance

gauche, le trajet s'effectue sur la face interne de l'auricule gauche, puis sur le toit de l'oreillette gauche.

- Branches ventriculaires antérieures : artères latérales ou marginales.

Généralement, une est plus importante : l'artère marginale du bord gauche

### **REMARQUE : NOTION DU TRAJET INTRAMYOCARDIQUE**

Présent dans environ 15 % des cas pour l'IVA, c'est la traduction du développement intra myocardique de cette artère au cours de la vie embryonnaire, le plus souvent, le début du trajet intra-myocardique est situé à la partie basse du tiers moyen du sillon inter-ventriculaire antérieur, toujours au-dessous de l'origine de la première diagonale.

L'émergence se situe, après un trajet de 25 à 35 mm à la partie moyenne du sillon, au-dessus de la deuxième diagonale. L'épaisseur du pont myocardique est variable et dépasse rarement 5 mm. Cette anomalie mérite d'être bien connue car, dans son trajet intra myocardique, l'artère est relativement grêle, et la paroi n'est jamais athéromateuse.

Un trajet intra myocardique peut aussi se rencontrer avec les artères marginales gauches.

### **C. NOTION DE DOMINANCE :**

La distribution des artères coronaires obéit à une sorte de balancement et de complémentarité entre les deux réseaux droit et gauche. Si la vascularisation artérielle de la face sterno-costale du coeur est extrêmement régulière, celle de la face diaphragmatique est variable et peut être tributaire de la coronaire droite et/ou

la circonflexe. En 1940, Schlesinger introduit la notion de dominance pour décrire lequel des deux réseaux vascularise cette face.

Trois possibilités peuvent être observées :

\* **Coronaire droite dominante (50 %)**

La coronaire droite donne l'IVP et des branches postéro-latérales gauches

L'artère Cx se terminant en marginale gauche.

\* **Disposition équilibrée (40 %)**

Vascularisation postéro-inférieure assurée par les deux artères coronaires :

la CD donne l'IVP et la Cx donne les branches postéro-latérales

\* **Coronaire gauche dominante (10 %) (fig.2C)**

L'artère Cx donne l'artère IVP et toutes les branches postéro-latérales de la paroi inférieure du VG. La CD est alors hypoplasique et se distribue seulement à la face antérieure du VD

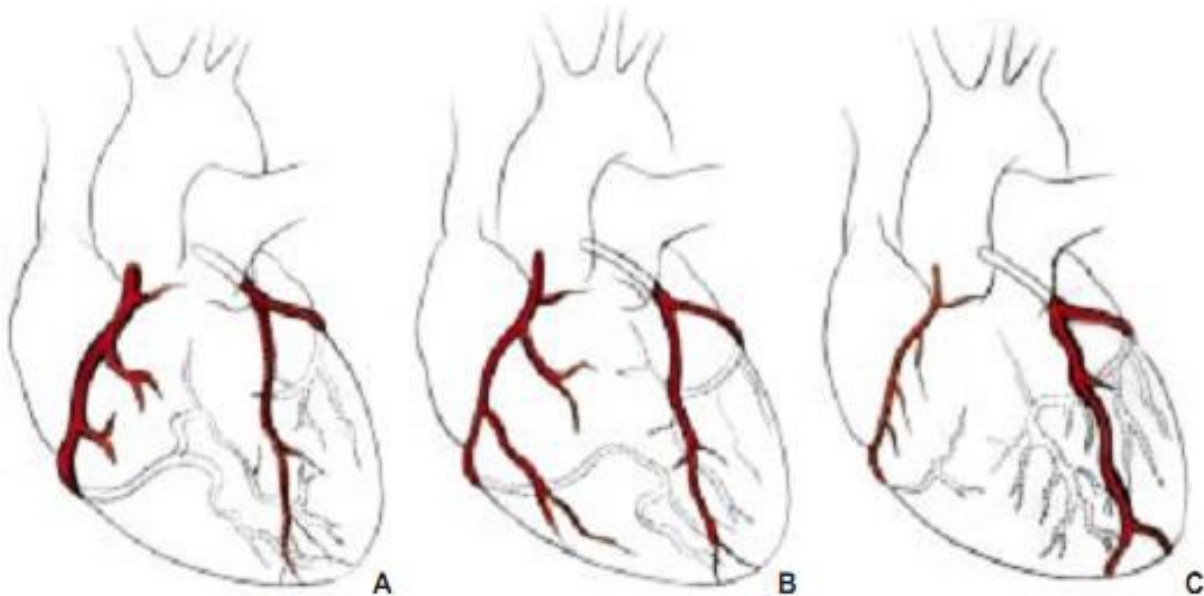


Figure 2 : Dominance des artères coronaires [10]

A. Coronaire droite dominante. B. Disposition équilibrée. C. Coronaire gauche dominante.

## **D. TERRITOIRE DE DISTRIBUTION :**

### **✓ Territoire de la coronaire droite :**

- Oreillette droite et septum interauriculaire de façon quasi exclusive.
- Paroi antérieure du VD sauf le long de l'IVA.
- Paroi postéro-inférieure du VD.
- Tiers inférieur du septum interventriculaire.
- Une partie postéro-inférieure du VG
- Pilier postéromédian de la valve mitrale (avec la CG).

### **✓ Territoire de la coronaire gauche :**

Le TCG donne des branches pour l'oreillette gauche, très peu pour le septum interauriculaire.

### **✓ Artère interventriculaire antérieure :**

- Deux tiers antérieurs du septum interventriculaire.
- Paroi antérolatérale du VG.
- Pilier antérolatéral de la valve mitrale.
- VD, le long du sillon interventriculaire antérieur.
- Apex du VD.
- Une partie du pilier antérolatéral de la tricuspide

### **✓ Artère circonflexe :**

- Paroi latérale gauche.
- Plus ou moins le pilier antérolatéral de la mitrale (Cx + IVA).

- Plus ou moins le pilier postéromédian de la mitrale (Cx - CD)

✓ **Vascularisation des voies de conduction :**

- Noeud sinusal (Keith et Flack) : dans 55 % des cas, l'artère du nœud sinusal naît de l'artère CD, dans 45 % des cas, elle naît de la CG.

Lorsque cette artère, passant sous l'auricule droite, atteint la base de la veine cave inférieure, elle en fait le tour par l'avant (20 %) ou l'arrière (80 %).

- Noeud auriculoventriculaire (Aschoff et Tawara) et tronc du faisceau de His vascularisé par la CD (première septale postérieure).

- Branche droite du faisceau de His par la CG (deuxième septale antérieure).

- Branche gauche du faisceau de His, et le réseau de Purkinje est assuré par les branches septales antérieures et septales postérieures (CG et CD).

✓ **Vascularisation des piliers de la valve mitrale**

- Pilier antérieur vascularisation par deux axes (IVA et Cx, peu de risque d'ischémie).

- Pilier postérieur : vascularisation souvent par un seul axe (CD ou Cx, risque ischémique plus important).

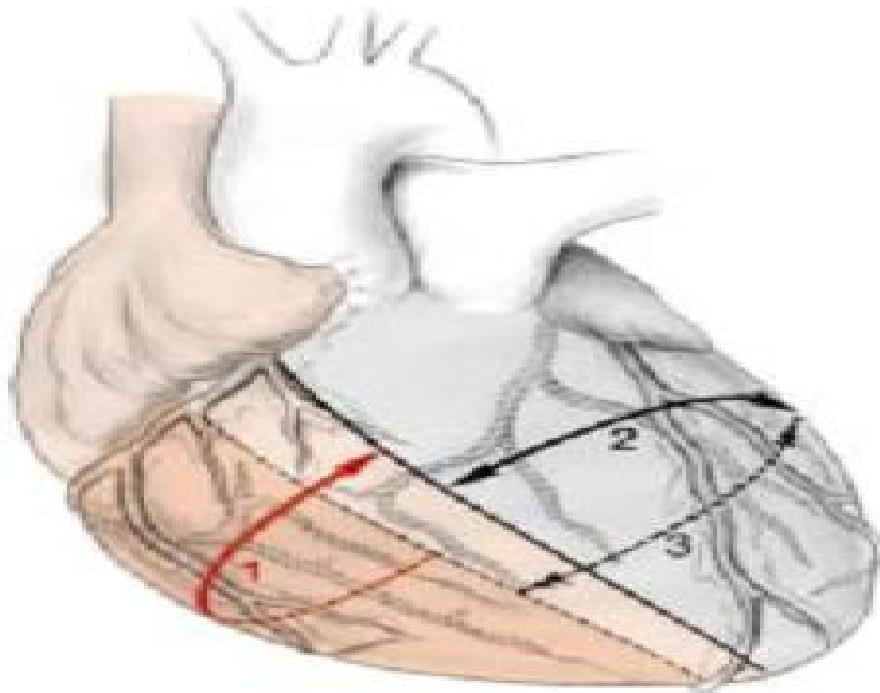


Figure 3 : Territoires de distribution coronaire.

1. Territoire de la coronaire droite. 2. territoire de l'interventriculaire antérieure.

3. territoire de la circonflexe.

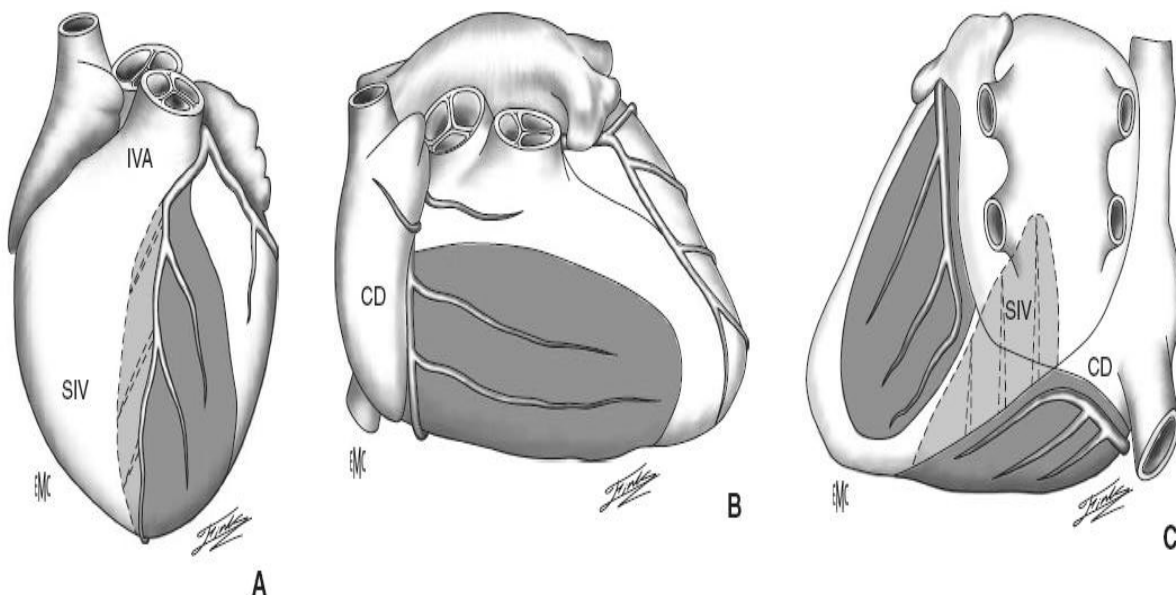


Figure 4 : Territoires coronaires des IDM [10]

A : Territoire de l'IVA (IDM antéro-septo-apical), B : Territoire de la CD (IDM inférieur), C : Territoire de la Cx et la CD (IDM latéral et inférieur).

# PHYSIOLOGIE DE LA CIRCULATION CORONAIRE

Les artères coronaires ont pour rôle d'apporter oxygène (O<sub>2</sub>) et nutriments au myocarde, répondant ainsi à la demande métabolique du myocarde. La consommation d'O<sub>2</sub> du myocarde (MVO<sub>2</sub>) est proportionnelle au débit sanguin coronarien (DSC) et à la différence entre le contenu artériel coronarien en O<sub>2</sub> et le contenu veineux coronarien en O<sub>2</sub>. Il est soumis à des régulations qui ont pour but d'éviter l'ischémie myocardique. En effet la circulation coronaire constitue une entité singulière dotée d'un système d'autorégulation précis et rapide permettant une adaptation immédiate aux circonstances de demande métabolique accrue. Elle se distingue des autres circulations locales par deux caractéristiques essentielles : le métabolisme myocardique est presque exclusivement aérobique et l'extraction d'O<sub>2</sub> par le myocarde est quasi maximale { l'état basal. Donc le MVO<sub>2</sub> dépend directement du DSC. Ainsi toute demande accrue ne peut être assurée que par une augmentation immédiate du DSC par une adaptation métabolique du tonus artériolaire, de façon à assurer l'adéquation entre les besoins et la demande en O<sub>2</sub> du myocarde et ne pas générer une situation d'ischémie. Cet équilibre est assuré par la microcirculation coronaire constituée par les artérioles et capillaires coronaires également appelées « artères de résistance » [11].

Le DSC dépend toutefois d'autres facteurs :

\*Du cycle cardiaque : le remplissage de la coronaire gauche se fait essentiellement en diastole où le DSC est maximal,

\*De la pression aortique surtout diastolique pour la coronaire gauche,

\*Des échanges gazeux et du système nerveux parasympathique ou sympathique.

# ETIOLOGIES DES STENOSES CORONARIENNES

Les causes d'obstruction coronarienne sont multiples, mais l'athérosclérose est de loin la cause la plus commune, de ce fait il convient de distinguer l'étiologie artérioscléreuse d'une part, et les causes non atherosclereuses d'autres part.

## **A. L'ATHEROSCLEROSE :**

Elle représente la cause la plus fréquente d'atteinte coronarienne.

L'athérosclérose est défini par l'Organisation Mondiale de la Santé comme une "association de remaniement de l'intima des artères de gros et moyen calibre consistant en une accumulation focale de lipides, glucides complexes, de sang et de dépôts calcaire, avec remaniements de la média".

Le développement de l'athérome se fait de façon chronique, débute dès l'enfance et progresse de façon silencieuse (plaque athéromateuse stable). Il est marqué par des poussées évolutives (plaque athéromateuse compliquée) qui correspondent aux tableaux cliniques des maladies cardiovasculaires (syndromes coronariens aigus, ischémie aiguë des membres inférieurs ou accident vasculaire cérébral) et qui font toute la gravité de cette affection.

Les facteurs de risque de l'athérome ont été déterminés à partir de l'observation de populations, en recherchant les éléments prédictifs de la survenue de maladies liées à l'athérosclérose. On oppose les facteurs de risque " modifiables " que sont l'hypéroléstrérolémie, le tabagisme, l'hypertension artérielle, le diabète aux " non modifiables " que sont le terrain familial, l'âge et le sexe. Les facteurs de risque modifiables permettent des mesures de prévention en tentant de les atténuer ou de les supprimer.

## **B. LES AUTRES CAUSES NON ATHEROSCLEREUSES :**

Elles donnent volontiers des lésions ostiales, et sont le plus souvent associées à des pathologies intéressant la paroi aortique.

### **LES AORTITES :**

Toute pathologie systémique avec processus inflammatoire intéressant l'aorte peut être à l'origine d'une obstruction des ostia coronaires gauche ou droit ou les deux [12] :

- **L'aortite syphilitique** est devenue de moins en moins fréquente, néanmoins 20% des aortites syphilitiques s'accompagnent d'une obstruction de l'ostium coronaire.
- **L'aortite radique** [13] est rare, puisqu'on ne l'observe que chez 0,1 à 3% des patients ayant des sténoses coronaires significatives. Elle se voit chez les sujets jeunes (47% ont moins de 35 ans), assez souvent chez la femme (72%), faisant suite à une irradiation médiastinale ou cervicale pour les pathologies malignes et l'indication la plus fréquente étant la maladie de Hodgkin (72%).

### **LES VALVULOPATHIES AORTIQUES :**

Par un embole calcique à partir d'une valve aortique calcifiée ou exceptionnellement par calcification obstruant l'ostium coronaire gauche.

### **LA CHIRURGIE CARDIAQUE DE REMPLACEMENT VALVULAIRE : [14-15]**

Une obstruction coronaire peut se voir dans les situations suivantes :

- Une obstruction ostiale accélérée après remplacement valvulaire aortique, se voyait particulièrement après mise en place de prothèses à bille, elle est attribuée à un effet de jet résultant de la turbulence du flux dirigé vers l'un ou les deux ostia coronaires.

- Un mauvais positionnement d'une prothèse porcine ou une prothèse trop large peut obstruer l'ostium coronaire.
- Un embol calcique après remplacement d'une valve aortique calcifiée, ou fragment de valve aortique ou mitrale après chirurgie de remplacement valvulaire.

### LES ARTERITES INFLAMMATOIRES :

L'artérite intéressant les vaisseaux coronaires peut être localisée au système coronaire ou peut faire partie d'une atteinte artérielle disséminée dans le cadre d'une **panartérite noueuse** [16-17] ou d'un **lupus érythémateux disséminé** [18]. Les lésions tendent à causer une nécrose du mur vasculaire et la thrombose, la survenue d'anévrisme est possible.

### L'HYPERPLASIE FIBROMUSCULAIRE : [19-20]

Elle intéresse plus couramment les jeunes femmes, et est habituellement localisée aux artères rénales : les patients présentant une obstruction similaire des vaisseaux coronaires sont rares.

### L'EMBOLIE:

Elle peut être d'origine bactérienne ou fongique au cours des endocardites ou cruorique au cours des troubles de rythme telle la fibrillation auriculaire [21]. Certaines pathologies cardiaques sont plus fréquemment associées avec l'embolie coronaire, il s'agit de la **cardiomyopathie dilatée**, **l'anévrisme du ventricule gauche**, **les valves prothétiques**, **le myxome de l'oreillette gauche**. L'embolie paradoxale sur le tronc commun a également été décrite.

### LES DISSECTIONS: [22]

Elles peuvent être rarement secondaire à une dissection de l'aorte avec un hématome intra mural qui s'étend aux vaisseaux coronaires. Il peut également s'agir

d'une dissection primitive du tronc : dans ce cas, elle est le plus souvent iatrogène au cours d'une coronarographie sélective, d'une angioplastie ou provoquée au moment de la canulation lors d'une chirurgie cardiaque à coeur ouvert. La dissection spontanée du tronc commun est exceptionnelle, et est le plus souvent responsable de mort subite. Elle survient chez les sujets relativement jeune avec une prédominance féminine constante, notamment dans la période du post-partum (des modifications de la paroi artérielle attribuées aux perturbations hormonales et hémodynamiques de la grossesse ont été décrites). Quand elle survient en dehors du post partum, une hypertension artérielle, un tabagisme ou un diabète sont fréquemment retrouvés.

#### **LE VASOSPASME DU TCG :**

Seuls quelques cas de spasme spontané au niveau du tronc commun ont été publiés [23]. Les femmes sont plus exposées ; ce phénomène vasoconstricteur survient en général sur des artères peu ou pas athéromateuses. La coronarographie avec injection de dérivés nitrés qui confirme le caractère fonctionnel de la sténose. L'évolution est généralement favorable sous traitement médical associant des inhibiteurs calciques et des antiagrégants plaquettaires

#### **UNE THROMBOSE, OU UNE OBSTRUCTION TUMORALE [24]**

#### **UN ANEURISME SACCLAIRE DE L'AORTE**

Peut comprimer les vaisseaux coronaires et provoquer une ischémie myocardique.

#### **LES STENOSES OSTIALES IDIOPATHIQUES DU SUJET JEUNE :**

0,1 à 1% des coronarographies.

#### **LES CAUSES IATROGENES :**

lors d'un cathétérisme cardiaque.

# DIAGNOSTIC POSITIF DE L'INSUFFISANCE CORONAIRE

## A. CLINIQUE [25, 26, 27,28]

### ➤ *Signes liés à l'insuffisance coronaire chronique :*

Il s'agit typiquement d'une douleur rétrosternale en barre, constrictive, quelquefois décrite comme un étau, souvent angoissante.

Elle peut s'accompagner d'irradiations dans le bras gauche ou dans les deux bras, la mâchoire et plus rarement dans l'épigastre. Un élément important d'orientation diagnostique est la survenue à l'effort (marche, montée d'une côte, en post-prandial ou lors de rapports sexuels) ou au froid ou encore lors de fortes émotions. La douleur angineuse cède habituellement à l'arrêt de l'effort ou après absorption sublinguale de trinitrine en 5 à 10 mn. Certaines formes cliniques existent comme la blockpnée d'effort, l'angor de repos spastique ou angor de Prinzmetal. On apprécie la sévérité de l'angor selon la classification de la Société Canadienne de Cardiologie (CCS) :

**Classe I** : l'activité physique ordinaire (marcher ou monter des escaliers) ne provoque pas d'angor. L'angor apparaît à l'occasion d'un effort important, rapide ou prolongé, au travail ou pendant les loisirs.

**Classe II** : légère limitation de l'activité ordinaire : marcher ou monter des escaliers rapidement, marcher en côte, marcher ou monter des escaliers après un repas, au froid ou dans le vent, ou pendant un stress émotionnel ou au cours des premières heures suivant le réveil. Marcher plus de 100 à 200 mètres en terrain plat et monter plus d'un étage à un rythme normal et dans des conditions normales.

**Classe III** : limitation marquée de l'activité physique ordinaire : marcher 100 à 200 mètres en terrain plat et monter un étage dans des conditions normales et à un rythme normal.

**Classe IV** : impossibilité d'effectuer toute activité physique sans ressenti de gêne.

➤ **Infarctus du myocarde IDM :**

Le diagnostic de l'IDM doit être posé en urgence, d'où l'importance de la clinique, qui permet d'orienter rapidement la stratégie, et qui, en complément de l'électrocardiogramme (ECG), permet de poser le diagnostic dans un grand nombre de cas.

Le diagnostic clinique repose sur l'existence d'une douleur infarctoïde, c'est-à-dire d'une douleur angineuse intense et prolongée. Cette douleur est le plus souvent spontanée, sans lien avec l'effort, de siège rétrosternal, médiosthoracique, en barre, constrictive à type de pesanteur en étau. Elle peut irradier aux mâchoires, au bras gauche, parfois aux deux bras. Elle est intense, prolongée (plus de 30

minutes) et résiste à la prise de trinitrine sublinguale. Le contexte de survenue est lui aussi important pour orienter le diagnostic, puisqu'il s'agit souvent d'un patient « prédisposé », présentant un ou plusieurs facteurs de risque. La présentation peut être parfois atypique, comme la douleur épigastrique de l'infarctus inférieur ou les formes peu symptomatiques (voire asymptomatiques) du sujet diabétique. L'infarctus est parfois découvert devant l'une de ses complications (insuffisance cardiaque, arythmie ventriculaire).

➤ **Les signes liés à l'insuffisance cardiaque (dysfonction VG) :**

L'insuffisance cardiaque peut intéresser électivement le ventricule gauche (VG), le ventricule droit (VD) ou les deux à la fois. L'insuffisance VG est la plus commune.

La diminution de la capacité à l'effort est le principal signe fonctionnel qui se traduit par une dyspnée et une fatigabilité musculaire anormale à l'effort.

La symptomatologie fonctionnelle est la traduction de la stase vasculaire pulmonaire. Elle est chiffrée par la sévérité de la dyspnée selon la classification universelle de New York Heart Association (NYHA).

La classification de la (NYHA) permet de quantifier de manière semiquantitative le niveau de la gêne fonctionnelle ; elle reste la classification la plus utilisée :

- **Stade I** : patient ayant une cardiopathie, mais se disant asymptomatique.
- **Stade II** : patient gêné par de l'essoufflement ou de la fatigue pour des efforts importants et inhabituels.
- **Stade III** : patient gêné pour des efforts de la vie courante.
- **Stade IV** : patient gêné au moindre effort ou ayant une dyspnée de repos.

➤ ***Examen physique :***

L'examen physique cardiovasculaire est souvent normal, mais il convient de rechercher des éléments diagnostiques et pronostiques associés comme un arc cornéen ou des xanthomes cutanés pouvant témoigner d'une hypercholestérolémie, une hypertension artérielle ou d'une artériopathie périphérique marquée par l'abolition d'un pouls ou l'existence d'un souffle vasculaire.

A l'examen cardiaque, le choc apexien est abaissé, dévié vers la gauche et étalé en masse. Dans les formes évoluées, le bruit de galop traduisant l'insuffisance ventriculaire gauche consécutive à l'ischémie est fréquent. De même que le souffle holosystolique de l'insuffisance mitrale chez les patients ayant des antécédents d'infarctus et lors des crises angineuses aiguës en rapport avec une dysfonction ischémique du pilier postérieur de la mitrale créant une régurgitation mitrale., qui peut être réversible.

L'état du deuxième bruit pulmonaire indique l'existence d'une hypertension artérielle pulmonaire (HTAP). La pression artérielle systolique est souvent diminuée. L'examen pulmonaire révèle les signes d'un poumon cardiaque (matité des bases, râles crépitants....).

➤ ***Electrocardiogramme de repos ECG :***

Il est souvent normal en dehors des accidents coronariens aigus.

En période de crise il peut montrer :

- \* Un sous-décalage ST témoin d'une lésion sous endocardique
- \* Un sus-décalage ST témoin d'une ischémie sous epicardique

- \* Une onde T symétrique, négative ou positive : ischémie sous epicardique ou sous-endocardique
- \* Présence ou absence d'une onde Q.
- \* Des signes d'hypertrophie ventriculaire gauche
- \* Des troubles de la conduction intraventriculaire (Bloc de branche complet ou incomplet).

➤ *Radiographie du thorax :*

Elle peut être normale ou montrer une cardiomégalie. Des signes radiologiques d'insuffisance cardiaque peuvent exister par ailleurs (surcharge hilare, épanchement pleural ...)

## **B. EXAMENS COMPLEMENTAIRES**

### **1. ECHOCARDIOGRAPHIE TRANS-THORACIQUE : ETT**

L'écho apporte une aide importante au diagnostic, apporte des renseignements sur la fonction globale du ventricule gauche. montre des anomalies de la cinétique segmentaire et globale du VG dans le territoire de l'artère responsable de l'infarctus.

L'échographie permet également le diagnostic des complications de l'infarctus du myocarde aigu, telles que les complications mécaniques (rupture septale, insuffisance mitrale).

De plus, elle permet parfois la visualisation des vaisseaux coronaires proximaux et grâce au doppler l'étude du flux coronaire.

## 2. CORONAROGRAPHIE :

La coronarographie est la méthode de référence dans la visualisation de l'anatomie coronaire, elle reste la clé de diagnostic Sa place est primordiale dans le diagnostic de confirmation ou d'élimination de la maladie coronaire. Elle connaît un essor spectaculaire lié au développement des techniques d'angioplastie transluminale des coronaires et aux progrès de la chirurgie.

### ➤ Technique :

Elle est réalisée par voie artérielle (fémorale, humérale ou radiale), avec mise en place d'un introducteur et de sondes diagnostiques préformées. Les incidences sont multiples pour l'analyse des différents segments coronariens, avec en général: 6 incidences pour le tronc commun et le réseau coronaire gauche (1 face, 2 craniale et caudale en oblique droit, et 2 en oblique gauche, 1 profil).

\* L'ostium du tronc commun: OAG caudal.

\* La Partie moyenne: OAD caudale.

\* La Portion distale : OAG caudale.

4 incidences pour la coronaire droite (1 profil, 1 face craniale ou caudale, 1 oblique droite et 1 oblique gauche).

Une ventriculographie gauche en OAG et en OAD termine l'exploration: Elle permet la mesure des volumes, le calcul de la fraction d'éjection et l'analyse de la contractilité globale et segmentaire du VG. Le monitoring des pressions donne l'enregistrement des courbes ventriculaires, aortiques et de la courbe de retrait ventriculo-aortique à la recherche d'un gradient pathologique.

### ➤ Anomalies des artères coronaires

La coronarographie donne des renseignements sur l'anatomie et la distribution coronaires, le nombre, le siège, l'aspect et l'importance des sténoses fixes ou dynamiques, sur les lésions non sténosantes, et sur la qualité du lit d'aval

➤ ***Siège et nombre***

Elles peuvent être uniques ou multiples intéresser un segment quelconque des artères coronaires. Elles siègent le plus souvent sur les segments proximaux ou aux bifurcations. Les lésions sont dites monotronculaires si elles n'intéressent qu'un seul tronc principal (IVA, circonflexe ou coronaire droite) ou l'une de leur branche de division, bi- et tritronculaires si elles intéressent deux ou les trois troncs principaux. Les sténoses du tronc commun (TC) de la coronaire gauche sont particulièrement dangereuses à cathétériser en raison du caractère potentiellement occlusif de la sonde dans le tronc sténosé.

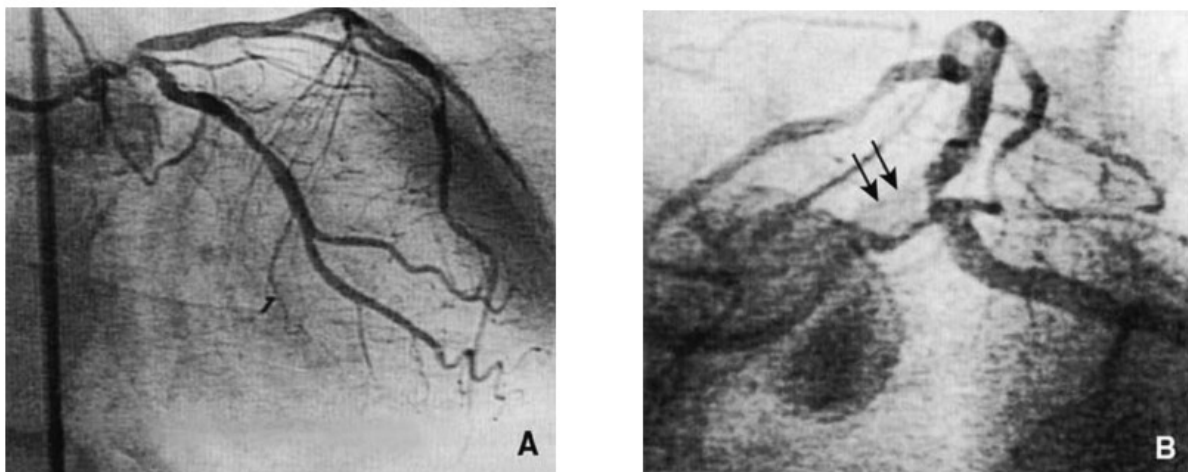


Figure 5 : Sténose serrée calcifiée et excentrée du tronc commun de la coronaire gauche.

*A. En incidence oblique antérieure droite (OAD) 30°.*

*B. En incidence oblique antérieure gauche (OAG) 45° et craniocaudale 25°.*

➤ **Quantification de la sténose**

C'est un temps capital de l'analyse angiographique, le degré de sténose permettant d'estimer son éventuel retentissement hémodynamique sur le flux d'aval. Les sténoses peuvent être quantifiées :

- par la mesure du diamètre minimal de la lumière (MLD) au site sténosé, exprimé en millimètres après calibration sur la sonde
- par le pourcentage de sténose en diamètre, obtenu en rapportant le MLD au diamètre du segment artériel sain d'amont ou d'aval, si possible sur deux incidences orthogonales.
- par la mesure de la longueur de la sténose en millimètres. Cependant, ce facteur n'a qu'un retentissement physiologique modeste et n'intervient que pour de très longs segments sténosés [29]

➤ **Aspect**

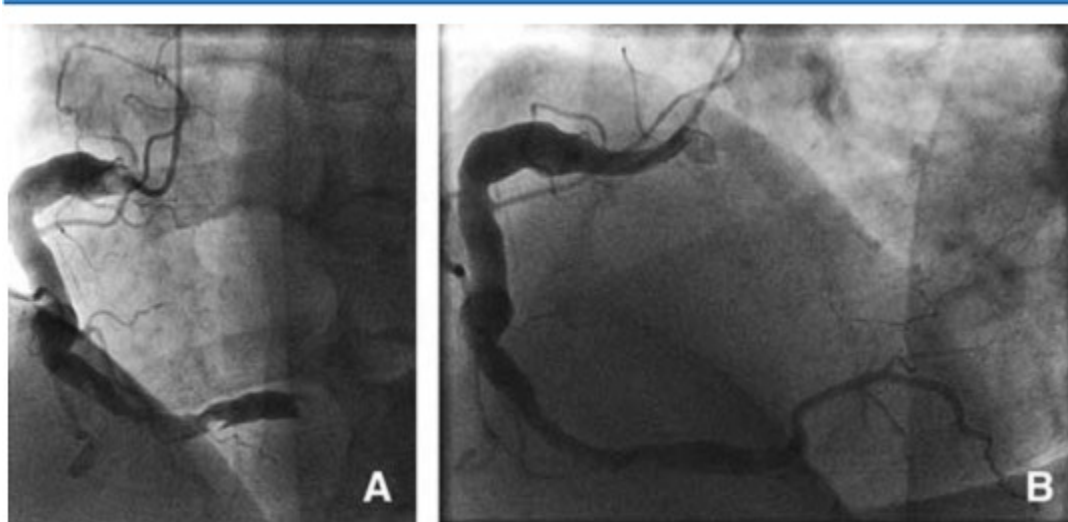
L'aspect morphologique de la sténose est important à prendre en compte. Il faut ainsi préciser la longueur, le caractère concentrique ou excentrique de la sténose, le caractère anfractueux, creusant, voire franchement très irrégulier de ses berges, l'existence de calcifications ou de boucles de la coronaire sur le site de la sténose ou en amont de celle-ci.

➤ **Lit d'aval**

L'anatomie, le calibre et la qualité du lit artériel situé en aval d'une sténose sont primordiaux pour l'indication d'une éventuelle revascularisation chirurgicale. On note la présence de calcifications, de branches suffisamment développées pour permettre l'anastomose d'un greffon ayant un bon débit, de sténoses distales étagées.

➤ **Occlusions et thromboses**

Les thrombus coronaires peuvent être occlusifs ou non. Ils se traduisent par des images claires inhomogènes intracoronaires (*filling defect*). Ils peuvent survenir sur une artère coronaire angiographiquement saine, mais compliquent le plus souvent une sténose athéromateuse sous-jacente.



**Figure 6** : Volumineux thrombus du segment distal d'une coronaire droite ectasique

**3. EPREUVE D'EFFORT :**

En cas de doute diagnostique persistant, c'est-à-dire en cas de douleur thoracique atypique en l'absence de modifications ECG chez un patient n'ayant pas de facteurs de risque ni de modifications des marqueurs de nécrose myocardique (patients à faible risque), réalisé en l'absence d'anomalies de la fonction ventriculaire gauche permet alors le plus souvent d'établir une certitude diagnostique. Un traitement anti-thrombotique associant héparine de bas poids moléculaire et aspirine est initié durant les 24 premières heures d'hospitalisation.

#### **4. SCANNER CORONAIRE :**

Le développement et l'évaluation de l'angio-scanner multidétecteurs pour l'étude des artères coronaires est un point qui provoque à ce jour beaucoup de recherche clinique et reste bien évidemment un sujet de débat ouvert, d'autant que l'imagerie par Résonance Magnétique, Ce qui ressort de l'ensemble des études publiées est la forte valeur prédictive négative du scanner, de l'ordre de 97 % avec les scanners 16 détecteurs et plus [30-31] . Cette valeur prédictive négative est d'autant meilleure que le risque du patient de présenter une coronaropathie est faible [32]. La spécificité pour la détection de sténoses serrées est estimée par ces auteurs autour de 97 %. Par contre, la sensibilité, toujours pour la détection de ces sténoses serrées, est moins bonne, variant de 65 à 92 % selon les auteurs. La valeur prédictive positive est de l'ordre de 80 %.

Ce scanner permet de détecter des lésions coronaires significatives lorsque l'épreuve d'effort n'est pas concluante, il pourrait donc s'intégrer comme technique complémentaire dans le dépistage de la maladie coronaire [33] .

Il donne de façon non invasive et avec une grande précision une visualisation de l'arbre coronaire, des sténoses coronaires, du volume de la plaque d'athérome et de sa composition.

Cependant, le scanner coronaire est soumis à des contraintes et des limites fortes notamment celles liées aux techniques d'acquisition des images : les calcifications coronariennes qui se présentent comme des structures à forte atténuation pouvant provoquer des phénomènes de durcissement du faisceau et les artéfacts correspondants, rendant difficiles l'analyse de la sténose en regard, Un autre problème est celui des stents coronariens, Comme pour les calcifications, les

importants artéfacts qu'ils génèrent gênent l'analyse de la resténose intrastent de façon variable selon le modèle de stent considéré [34–35]. Enfin, pour les lésions très serrées de l'arbre coronarien, du fait de la limitation de la résolution spatiale d'une part et de la présence fréquente de calcifications, il s'avère le plus souvent difficile de faire la part entre sténose très sévère et thrombose.

### **5. ECHOGRAPHIE ENDOVASCULAIRE : [36–37]**

L'échographie endovasculaire est une technique d'imagerie récente permettant l'étude de la structure de la paroi artérielle, de sa lumière et de son contenu. Réalisée au cours du cathétérisme ou d'actes de cardiologie interventionnelle, elle permet une approche échographique des lésions pariétales et/ou endoluminales. Elle est donc dotée d'une plus grande sensibilité et spécificité que la coronarographie:

Elle permet une quantification plus précise de la lésion. Elle permet une analyse qualitative plus sensible de la paroi et de la lésion (lésion homogène ou mixte, calcifiée ou non, ulcération...). Elle a de plus montré la possibilité d'une atteinte athéromateuse significative du TCG sur des aspects angiographiques normaux ou subnormaux.

L'application la plus répandue de l'échographie endocoronaire est l'évaluation des résultats immédiats d'une procédure de revascularisation endoluminale : l'obtention d'une image échographique montrant un résultat non satisfaisant entraînera un geste complémentaire.

## **6. AUTRES EXAMENS COMPLEMENTAIRES :**

### **a. Echographie de stress :**

L'échographie bidimensionnelle à l'effort et sous stimulation par différents agents pharmacologiques est devenue récemment un moyen de plus en plus courant d'évaluation de l'ischémie myocardique. Son principe repose sur la mise en évidence d'un trouble de la contractilité segmentaire transitoire (visible à l'échographie cardiaque bidimensionnelle) qui est habituellement classé en hypokinésie, akinésie ou dyskinésie, lors d'un «stress» myocardique à l'origine des phénomènes d'ischémie. Une épreuve d'effort graduée est le stress physiologique le plus fréquemment employé, l'évaluation de la dynamique ventriculaire étant pratiquée à l'arrêt de l'effort. Les agents de stress pharmacologiques les plus utilisés sont le dipyridamole et la Dobutamine. Les marqueurs d'atteinte coronaire sévère sont: des troubles étendus de la contractilité, une dilatation du ventricule gauche, une diminution de la fraction d'éjection du VG, un sous décalage marqué du segment ST, et une chute de la pression artérielle induite par le stress. L'efficacité de l'échocardiographie de stress dans l'évaluation de l'ischémie myocardique chez les patients coronariens est bonne avec une sensibilité de 81 % et une spécificité de 89%

### **b. Sintigraphie myocardique :**

La tomoscintigraphie myocardique de stress est un examen de référence pour détecter une maladie coronarienne et apprécier le retentissement d'une sténose considérée comme hémodynamiquement significative. En effet, la sensibilité de cette technique est très élevée, de l'ordre de 91 %, avec une spécificité de 87 %, voire 90 % en rajoutant le quantitative gated SPECT (QGS).

Cette valeur diagnostique est cependant très variable en fonction du tronc artériel considéré, elle est par exemple, selon Maddahi et al. [38], plus élevée (94 %) pour l'interventriculaire antérieure (IVA) et moins importante pour la circonflexe (CX) (63 %). La tomoscintigraphie myocardique seule reste performante pour désigner l'artère responsable de l'ischémie. Ses performances semblent par ailleurs limitées pour identifier précisément les territoires artériels ischémiés, avec un apport du scanner cardiaque via la fusion d'images qui permet dans ces situations d'augmenter sensiblement la concordance avec les données angiographiques [39].

L'intérêt de cette méthode pourrait être évalué dans les études futures chez les patients adressés pour bilan de viabilité avant revascularisation, afin de mieux guider le geste opératoire en désignant précisément le ou les territoires viables et ischémiques qui restent la cible privilégiée de l'intervention de revascularisation, en particulier chez les patient pluritronculaires.

### **c. Imagerie par résonance magnétique IRM :**

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est devenue au cours des dernières années un examen de plus en plus utilisé dans l'exploration des patients atteints de maladie coronaire. Elle trouve sa place à plusieurs niveaux, même si elle reste encore insuffisamment demandée pour des raisons de disponibilité.

C'est aujourd'hui l'examen de référence pour l'appréciation des paramètres fonctionnels ventriculaires (volume, fraction d'éjection, masse ventriculaire) dont on connaît la valeur pronostique et l'importance dans l'adaptation thérapeutique. Dans le post infarctus, grâce aux techniques de rehaussement tardif, l'IRM permet d'analyser avec précision l'étendue de la nécrose en termes de segments et de transmuralité. Le remodelage ventriculaire et ses conséquences (altération fonctionnelle, anévrisme, thrombus pariétal) représentent une excellente indication

de l'IRM, notamment en préopératoire. L'IRM avec stress pharmacologique peut également être employée comme outil de détection de l'ischémie myocardique ; dans ce cas les séquences utilisées sont des séquences de perfusion, ou de premier passage. En revanche, l'angio-IRM à visée d'exploration morphologique du réseau coronaire et de mesure de sténose n'est pas encore arrivée au stade la routine [40].

# PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE

## A. BUTS :

Les objectifs du traitement sont :

- ✓ Suppression des symptômes d'angine de poitrine tout en permettant au patient de mener une vie normale ou quasi normale y compris à un niveau raisonnable d'activité sportive.
- ✓ Ralentir la progression de la maladie athéromateuse au niveau de l'arbre artériel coronaire mais également des autres territoires sensibles à l'athérome (circulation cérébrale, circulation des membres inférieurs).
- ✓ Réduire le risque de survenue d'un accident coronarien aigu angor instable, infarctus myocardique.
- ✓ Enfin améliorer l'espérance de survie. Des survies de plusieurs décennies après le début clinique de la maladie coronaire sont actuellement tout à fait concevables moyennant traitement approprié.

## B. TRAITEMENT MEDICAL :

➤ Traitement anti-angineux (ou anti-ischémique) :

Dans l'insuffisance coronaire, le myocarde est moins moins perfusé en raison des sténoses coronaires. Les médicaments anti-angineux agissent alors en diminuant les besoins myocardiques en oxygène. Ils se répartissent en 3 grandes familles : les dérivés nitrés, les bêtabloqueurs et les inhibiteurs calciques.

- *Dérivés nitrés*

Puissants vasodilatateurs liés à un relâchement des fibres musculaires lisses du myocarde. Il en résulte une vasodilatation veineuse avec diminution de la pression intra cardiaque et une vasodilatation coronaire.

- ***Les Bétabloqueurs :***

Inhibent les récepteurs du système nerveux sympathique entraînant un ralentissement de la fréquence cardiaque, une diminution du travail cardiaque (contractilité), une diminution du débit cardiaque.

- ***Les inhibiteurs calciques :***

Ils diminuent l'entrée du  $Ca^{++}$  dans la cellule myocardique, un ralentissement des fibres musculaires lisses des artères et donc une vasodilatation coronaire. Ils possèdent également un effet anti spastique et un effet chronotrope négatif.

- ***Autres familles :***

- \* Les inhibiteurs de l'enzyme de conversion (IEC) :

Ont montré une efficacité particulièrement dans le post infarctus. Leur effet bénéfique en terme de la protection du myocarde et du remodelage ventriculaire a été documenté de ce fait leur indication en cas de dysfonction du ventricule gauche est indiscutable

- \* Les antagonistes des récepteurs de l'angiotensine II (ARAII) :

Cette classe thérapeutique a trouvé récemment son indication dans l'insuffisance cardiaque ischémique.

- \* Les antagonistes des récepteurs de l'aldostérone :

Ils sont également recommandés dans les suites d'infarctus du myocarde et en cas d'altération de la fonction ventriculaire gauche.

- **Traitement anti-thrombotique :**

Les antiagrégants plaquettaires agissent en bloquant l'activation des plaquettes ce qui évite la formation du thrombus obstructif intra coronaire. Les principales molécules sont :

Acide acétyl salicylique (Aspirine), Les thiénopyridines (Clopidogrel), et les anti-GP IIb/IIIa

➤ Traitement anticoagulants

- *Héparine : (fractionnée ou non fractionnée) :*

Elle est surtout indiquée dans les suites d'un syndrome coronarien aigu chez les patients hospitalisés et lorsqu'il y a une complication rythmique (arythmie par fibrillation atriale) et thrombo-embolique (thrombus intra ventricule gauche).

- *Les antis vitamine K (AVK) :*

Ils sont prescrits dans des situations particulières notamment à haut risque thrombo-embolique (cardiomyopathie très dilatée et en arythmie, anévrysme du ventricule gauche). En général en association avec les antiagrégants plaquettaires.

## **C. TRAITEMENT INSTRUMENTAL PERCUTANE : ANGIOPLASTIE**

Angioplastie coronarienne percutanée transluminale est une méthode permettant de rétablir un flux normal dans les artères coronaires rétrécies par l'athérosclérose.

➤ La technique :

l'angioplastie coronarienne consiste à repermeabiliser les artères coronaires en les dilatant à l'aide d'un ballonnet. après une ponction percutanée (radiale ou fémorale) une angiographie permet de repérer avec précision la situation de la lésion à traiter. ensuite on introduit un guide et une sonde à ballonnet que l'on guide

doucement dans le système artériel sous observation radiographique jusqu'à positionner le ballonnet au niveau du rétrécissement ou de l'occlusion ou il est gonflé .ce faisant la plaque d'athérome est écrasée par le ballonnet contre la paroi et l'artère est reperméabilisée.

Endoprothèse coronaire ou stent est une structure métallique à maillage complexe qui est déployée grâce à un ballon pour étayer un tronçon artériel initialement sténosée.le stent permet d'obtenir une déformation plastique permanente de l'artère en éliminant tout phénomène de recul élastique.le gonflage de ballonnet permet d'imprimer l'endoprothèse dans la paroi.l'endoprothèse va ainsi recoller la zone de dissection et faire disparaître le rétrécissement résiduel.depuis 2002 de nouveaux stents dits pharmaco actifs sont recouverts d'une substance antiproliférative,qui est relarguée à partir du stent dans la paroi traitée au cours du premier mois seulement.ce type de drogue a permis de réduire significativement le taux de resténose de 25 %à7% en angiographie.

L'implantation d'une endoprothèse impose une prescription de 2 antiagrégants plaquettaires (aspirine et clopidogrel) pendant 9 mois après toute angioplastie et plus d'un an si le stent est pharmacoactif.

➤ Résultats et incidents :

Le succès d'une angioplastie peut être défini par des critères angiographiques, opératoires et cliniques :

Le succès angiographique correspond à l'obtention d'un résultat angiographiquement optimal défini par une réduction de la sténose inférieure à moins de 20% avec un flux coronaire normal.

Le succès opératoire correspond à l'obtention d'un résultat angiographique optimal sans complications cliniques hospitalières. Si la survenue d'un décès ou la nécessité d'une revascularisation en urgence sont des événements facilement identifiables, la définition d'un infarctus du myocarde relié à l'angioplastie demeure un point beaucoup plus débattu. La concordance de l'apparition des ondes Q et d'une élévation enzymatique modérée aggravent le pronostic des patients.

Le succès clinique à court et long terme requiert la disparition ou l'amélioration stable des symptômes angineux jusqu'à 6 mois après angioplastie. La principale cause d'échec clinique à long terme est la resténose qui est considérée comme une complication mais plutôt comme une réponse partielle excessive associée au traumatisme vasculaire initial.

La limite de la méthode est la resténose. La définition de la resténose est angiographique et correspond à la réapparition au site de la lésion initiale d'une sténose hémodynamiquement significative (réduction du diamètre de la lumière artérielle de plus de 50% par rapport au diamètre de référence). Il s'agit d'une perte de gain initialement obtenu provoquée par une prolifération néointimale induite par les traumatismes pariétaux. Le taux de resténose après ballonnet était de 35 à 42%. L'implantation régulière d'endoprothèses nues après angioplastie par ballonnet a permis de réduire significativement ce taux de resténose angiographique aux alentours de 20-25%. L'implantation d'une endoprothèse pharmaco active réduit le taux de resténose à 6-7% [41].

L'utilisation du ballon présente en particulier un risque d'occlusion aiguë de l'artère coronaire [42, 43]. Ainsi, de Feyter et al. relèvent que l'occlusion de l'artère survient dans 7% des patients opérés. Parmi ceux-ci, 30% nécessitent un pontage coronarien d'urgence et 6% des patients meurent de cette complication.

➤ Indications :

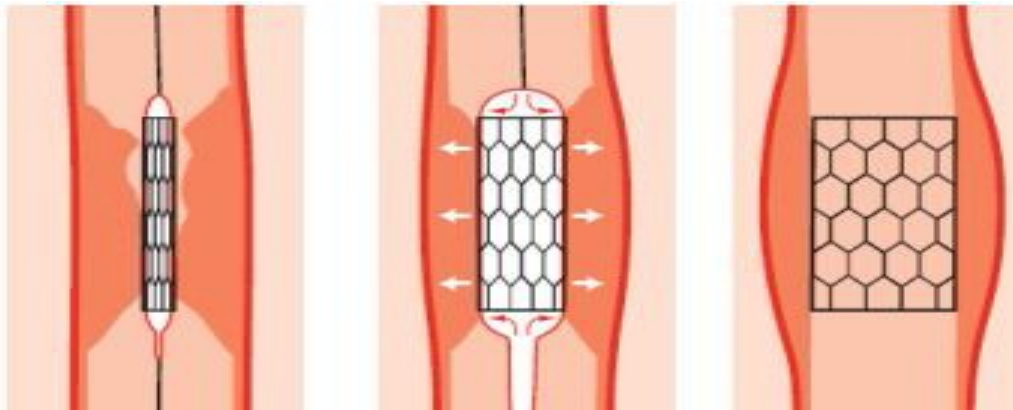
L'indication d'angioplastie est indiscutable pour des patients en angor stable invalidant réfractaire au traitement médical ou en angor instable avec ou sans sus-décalage du segment ST sur ECG. l'angioplastie est plus discutable pour des patients paucisymptomatiques ou qui présentent une ischémie silencieuse. L'importance du territoire ischémique joue un rôle décisionnel important.

L'indication d'une angioplastie est aussi discutée dans le cas des patients tritronculaires.

Dans le cadre de l'urgence l'angioplastie coronaire est une technique de choix pour les infarctus de myocarde en phase aiguë compliqués ou non d'un choc cardiogénique. Elle est aussi indiquée lors des échecs de thrombolyse coronaire avec récurrence ischémique secondaire. Les contre-indications aux thrombolytiques à la phase aiguë de l'infarctus de myocarde sont aussi des indications classiques.

➤ Contre-indications :

- Vaisseaux de moins de 2mm
- Patient tritronculaire pontable diabétique
- Sténose du tronc de la coronaire gauche
- Patient bi ou tritronculaire avec sténoses longues
- Contre-indications d'ordre pharmacologique :
  - \*Contre-indication à l'aspirine
  - \*Contre-indication au ticlid ou plavix



**Figure 7 : Principe de l'angioplastie avec pose d'un stent.**

- 1\_ Un ballon équipé d'un stent est amené au lieu de la sténose.
- 2\_ Le gonflage du ballon écrase la plaque et rouvre l'artère.
- 3\_ Le stent déplié reste en place pour éviter un resténose.[44]

## **D. TRAITEMENT CHIRURGICAL : PONTAGE CORONAIRE**

Il visera à éviter les complications et revasculariser les territoires en aval de la sténose. Il repose actuellement sur une chirurgie à coeur ouvert réalisée sous CEC, permettant une revascularisation dans de bonnes conditions. La technique dite « à coeur battant » avec ou sans CEC, est de nos jours bien codifiée mais ne fait pas l'objet de notre étude. Avant d'aborder le protocole opératoire, un bilan et une prise en charge anesthésique sont nécessaires.

### **1. BILAN D'OPERABILITE :**

L'évaluation de l'atteinte cardiaque repose sur l'étude de la coronarographie et des épreuves de viabilité (scintigraphie, échographie de stress) qui doivent être récentes. Une coronarographie doit avoir été faite dans les 6 mois pour être valable.

Une recherche d'atteinte valvulaire associée sera systématique par échographie transthoracique (ETT), et éventuellement par une échographie transoesophagienne (ETO).

Une exploration par doppler doit être systématique au niveau des troncs supra-aortiques et de l'axe aorto-iliaque. En cas d'anomalie importante, détectée à ces examens, une artériographie n'est demandée que si une chirurgie à ce niveau est envisagée.

L'évaluation des fonctions respiratoires, rénales et neurologiques est aussi indispensable en préopératoire.

La recherche de foyers infectieux latents (oto-rhino-laryngologiques, stomatologiques, pulmonaire, urologique.....) est systématique.

L'évaluation du réseau veineux en préopératoire est nécessaire. Pour les greffons saphènes, un examen clinique suffit dans la plupart des cas, et le doppler veineux est à réserver au patient ayant présenté une phlébite profonde afin d'explorer ces axes, ou encore en cas de varices ou d'antécédent de stripping incomplet. Concernant les greffons artériels, l'artère radiale est à explorer cliniquement par le test d'Allen, et là aussi, l'écho doppler ne sera réalisé qu'en cas de doute. L'artère mammaire interne et l'artère sous-clavière sont systématiquement explorées par injection au cours de la coronarographie. Lorsque l'artère gastroépiploïque est utilisée, un échodoppler ou une aortographie du tronc coeliaque permettent l'exploration de cet axe.

## **2. VISITE PREANESTHESIQUE [45]**

La consultation d'anesthésie est obligatoire, et doit être réalisée au minimum 2 jours avant toute intervention cardiaque. Elle permet d'apprécier l'état général du patient et de rechercher d'éventuels facteurs de risque anesthésique méconnus. L'interrogatoire précise les interventions chirurgicales antérieures, recherchant un accident opératoire ou anesthésique, les antécédents médicaux (hypertension

artérielle, asthme, ulcère digestif, diabète, bronchopathie chronique obstructive, allergies, troubles de l'hémostase).

L'examen doit comprendre un examen des voies aériennes supérieures, l'auscultation des carotides et des souffles cardiaques, les sites possibles de ponction pour le cathéter artériel et la voie centrale.

L'évaluation du risque opératoire se fait à l'aide d'un certain nombre de score dont le plus utilisés est l'Euroscore qui permet une prédiction de la mortalité opératoire à 30 jours en additionnant les points obtenus.

Les traitements suivis par le patient candidat à une chirurgie coronaire méritent une attention particulière : En règle générale, les traitements suivis par le patient peuvent être continués sans risque jusqu'à l'intervention.

\*les anti-arythmiques, les bêtabloquants, les inhibiteurs calciques et les dérivés nitrés peuvent être poursuivis jusqu'au matin de l'intervention.

\*Les inhibiteurs de l'enzyme de conversion et les diurétiques peuvent être poursuivis jusqu'à la veille de l'intervention.

\*Les anti-vitamines K doivent être interrompues et au besoin neutralisées par l'injection de vitamine K.

\*Les antidiabétiques oraux doivent classiquement être interrompus 48 heures avant l'intervention, mais beaucoup d'anesthésistes les poursuivent actuellement.

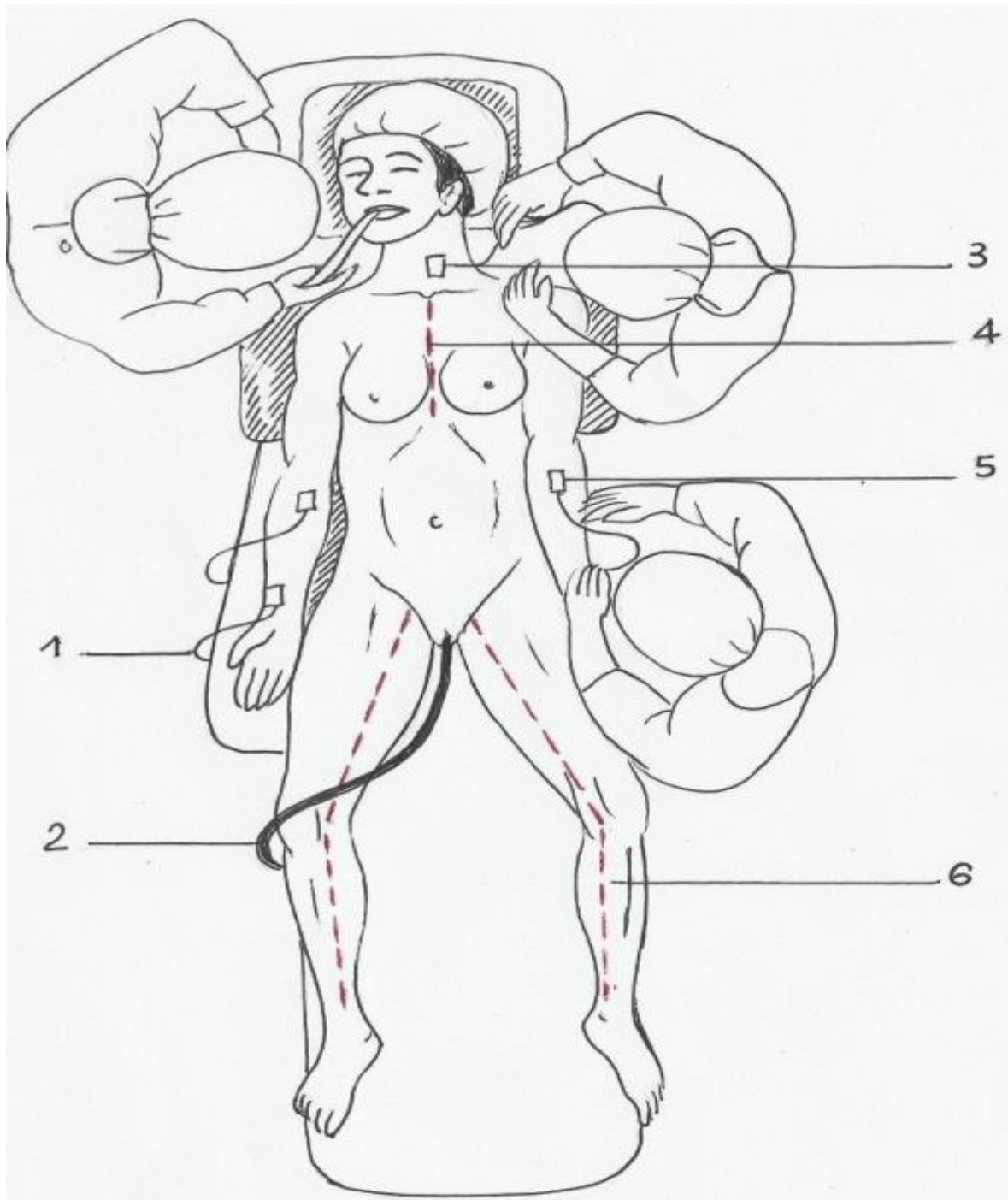
\*L'aspirine et le clopidogrel doivent être arrêtés en dehors des situations l'interdisant (angor instable par exemple) 1 semaine avant l'intervention pour la première, 2 semaines avant pour le second.

Le bilan biologique habituel comporte ionogramme, hémostase, numération formule sanguine, numération plaquettaire, enzymes cardiaques et hépatiques. On demande parfois également un temps de saignement et les sérologies des virus de l'immunodéficience humaine et hépatiques. Une radiographie de thorax récente est nécessaire. Les explorations fonctionnelles respiratoires et les gaz du sang sont demandés en fonction du terrain.

### **3. PROTOCOLE OPERATOIRE :**

#### **a. installation du patient :**

Le patient est installé en décubitus dorsal, sur un matelas chauffant, les bras le long du corps dans les manchons pour éviter les compressions sauf si un prélèvement de l'artère radiale est envisagé, le membre concerné sera détaché du corps sur un pose-bras. Un billot est placé sous les épaules pour obtenir une légère extension du cou.



**Figure 8 : Installation de la patiente.**

1. Cathéter intra-artériel ; 2.Sonde thermique et urinaire ; 3.Cathéter veineux jugulaire ; 4.Trait de sternotomie ; 5.Cathéter veineux périphérique ; 6.Trait de prélèvement du greffon saphène interne

**b. Anesthésie :****➤ *Monitoring* :**

Dès l'arrivée en salle, la surveillance continue de l'ECG est effectuée et permet de mesurer la fréquence cardiaque, de détecter les troubles du rythme ou de la conduction ainsi qu'une ischémie myocardique. Dès la mise en route de l'induction,

cette surveillance nécessitera entre autre une pression artérielle sanglante continue, une pression veineuse centrale voir une sonde de Swan Ganz pour la mesure des pressions pulmonaires et du débit cardiaque (en cas d'altération de la fonction du ventricule, état de choc....).

Ce monitoring comprend aussi une diurèse horaire, une sonde thermique et une sonde gastrique.

**➤ *conduite de l'anesthésie* :**

La technique d'anesthésie est dominée par quatre considérations générales :

- les connaissances actuelles sur la protection contre l'ischémie par le pré et le post-conditionnement incitent à recommander le sevoflurane ou l'isoflurane plutôt que les agents intraveineux avant, pendant et après la CEC.
- la prise en charge hémodynamique vise à diminuer la consommation myocardique en oxygène, augmenter son apport et à maintenir la pression de perfusion coronarienne (FC basse, PAM normale, précharge et transport d'oxygène normaux)
- le taux d'infarctus postopératoire est d'avantage lié aux épisodes ischémiques survenant après la CEC qu'avant celle-ci (taux d'HB  $\geq$  10, FC  $\leq$  80).

- la gestion de l'anesthésie vise une extubation rapide sauf dans les cas à haut risque ou les longues CEC (fast-track).

➤ **ballon de contre pulsion intra-aortique (BCPIA) :**

Dans le cas de patient présentant une altération de la fonction ventriculaire sur valvulopathie mitrale, ou en cas de sténose serrée du tronc commun gauche non protégée par une sténose ou occlusion de la coronaire droite, on peut être amené à placer un BCPIA avant l'induction anesthésique.

Le ballon est placé par voie fémorale percutanée de façon à permettre une induction plus sûre (figure 9). Ce Dispositif temporaire d'assistance cardiaque est conçu pour augmenter la perfusion coronaire et diminuer la consommation d'oxygène du myocarde en se gonflant au cours de la diastole et en se dégonflant en systole.

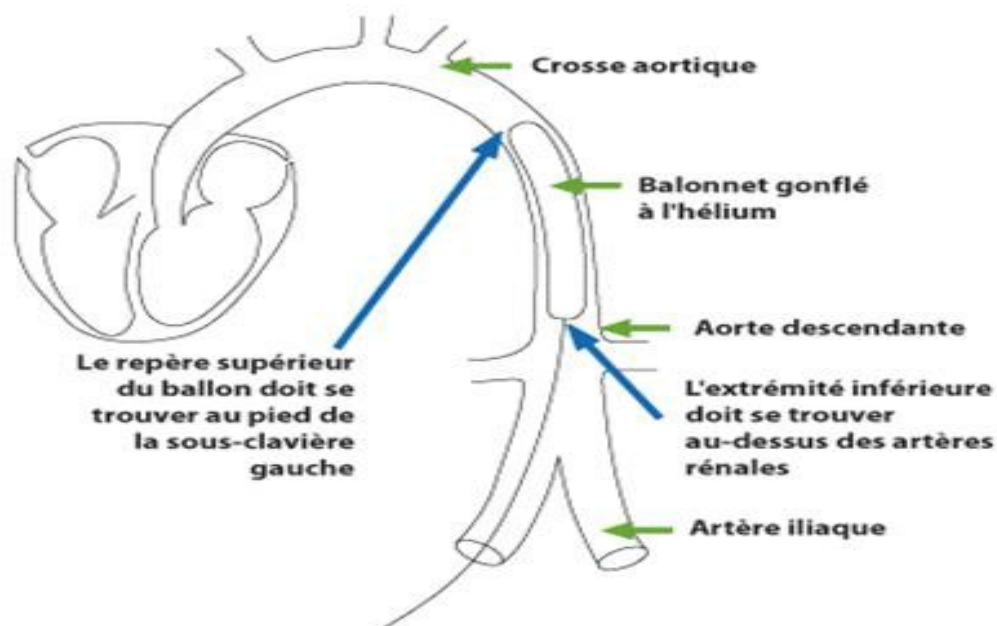


Figure 9 : Ballon de contre pulsion intra-aortique.

### **c. voie d'abord :**

C'est la sternotomie médiane verticale en raison d'une meilleure exposition des cavités cardiaques et du réseau coronaire dans son ensemble. Elle est pratiquée à l'aide d'une scie oscillante postérieure.



Figure 10 : Stérnotomie médiane avec scie électrique. Service de CCV, CHU

Hassan II Fès. Pr M. Messouak.

### **d. prélèvement et préparation des greffons :**

#### **d.1.greffons artériels :**

##### **d.1.1.Artère mammaire interne [46, 47, 48,49]:**

#### **➤ Anatomie :**

L'artère mammaire interne est une branche collatérale de l'artère sous-clavière.

Elle naît de la face inférieure de celle-ci. Elle pénètre dans le thorax en arrière de l'extrémité sternale de la clavicule, en avant de la veine sous-clavière. À son origine, l'artère mammaire interne est croisée de dehors en dedans par le nerf phrénique.

Cette artère donne plusieurs branches collatérales : l'artère diaphragmatique supérieure, des branches intercostales.

Elle se termine au niveau du sixième ou septième espace intercostal en se divisant en une branche musculophrénique et une branche épigastrique supérieure.

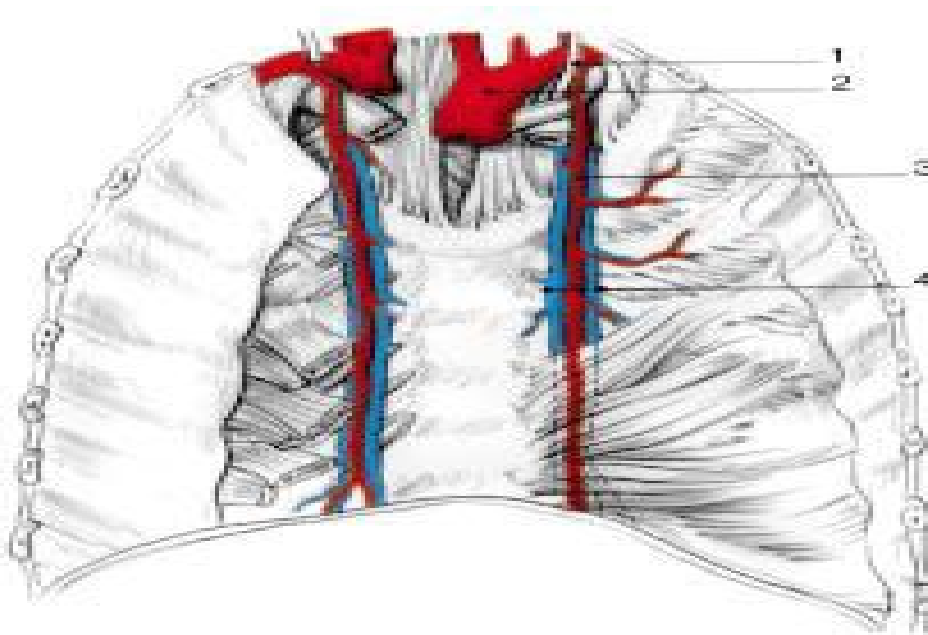


Figure 11 : Origine, trajet, terminaison de l'artère mammaire interne [10].

1. Nerf phrénique ; 2. Aorte horizontale ; 3. Artère mammaire interne ;
4. Veine mammaire interne

➤ Technique de prélèvement:

Après exposition de la face interne du plastron sternocostal, le pédicule mammaire est alors identifié et une incision avec électrocoagulation du fascia endothoracique est réalisée, environ 1 cm de chaque côté du pédicule. Cette incision est prolongée jusqu'à l'insertion du pédicule mammaire en suivant le plan de la veine mammaire. Le plan de dissection du pédicule est ensuite recherché au niveau du sixième cartilage costal, en réalisant une traction douce vers le bas du fascia, sans toucher l'artère mammaire, et le pédicule est progressivement séparé du plan sternocostal par électrocoagulation douce. Les différentes branches artérielles sont clipées ou coagulées à distance de l'artère, assurant ainsi une bonne hémostase .

Une fois la mammaire « libérée », une compresse imbibée de papavérine (20 mg de papavérine dans 20 mL de sérum) est enroulée autour du pédicule, dans le but de lever d'éventuels spasmes liés au prélèvement.

➤ Bases physiologiques de la supériorité de l'artère mammaire interne sur le greffon veineux :

Membrane élastique interne : il a été démontré que la prolifération intimale au niveau des artères coronaires est due à une prolifération des cellules musculaires de la média vers l'intima. Ce phénomène est lié à une rupture de la membrane élastique interne.

L'artère mammaire interne possède, dès le plus jeune âge, une continuité parfaite de sa membrane élastique interne qui explique l'« immunité » dont semble bénéficier cette artère par rapport à la prolifération endothéliale [50, 51, 52].

Par ailleurs, la conservation des vasa vasorum et du réseau lymphatique prélevé avec l'artère est souvent avancée comme un des facteurs de perméabilité ;

ceci n'explique cependant pas les excellents résultats obtenus avec des artères placées en greffon libre [53]. Cela peut s'expliquer en partie par le fait que les artères de petit calibre se nourrissent par diffusion endoluminale et qu'elles peuvent survivre sans vasa vasorum, ce qui les rend indépendantes d'une circulation collatérale. La distance entre l'intima et la média semble être de 300 µm. Pour des valeurs inférieures comme pour l'artère mammaire, le conduit se nourrit uniquement par diffusion, ce qui permet de le prélever en greffon libre sans retentissement ischémique sur l'artère.

Plusieurs études récentes ont montré une sécrétion importante de prostacycline par l'artère mammaire interne [54]. Celle-ci est un des vasodilatateurs et antiagrégants plaquettaires les plus puissants, qui permet de donner une explication biochimique à la meilleure perméabilité du conduit mammaire et d'expliquer en partie l'absence d'athérome sur les artères mammaires internes.

➤ Indications et contre-indications à l'utilisation de l'artère mammaire interne. :

L'artère mammaire interne doit être utilisée de façon systématique, en anastomosant de préférence la mammaire gauche sur l'IVA et éventuellement la mammaire droite sur la coronaire droite. [55]

Différentes situations anatomiques peuvent amener à utiliser l'artère mammaire de façon préférentielle :

- Des greffons veineux de mauvaise qualité
- Des coronaires de petit calibre [56];
- Des artères coronaires présentant des sténoses multiples et calcifiées

- L'existence d'une plaque calcifiée de l'aorte ascendante (aorte porcelaine) [57].

Les contre indications de l'utilisation de l'artère mammaire interne sont rares et liées à :

- une Sténose proximale de l'artère sous Clavière
- Des lésions athéromateuses diffuses de l'artère elle-même rencontrées chez les patients poly artériels.

Deux situations cliniques doivent faire rejeter l'emploi d'artères mammaires internes bilatérales, mais ne contre indiquent pas l'utilisation d'une seule d'entre elle [58]:

- Les dysfonctions respiratoires évoluées : Le prélèvement bilatéral des artères mammaires peut réduire la capacité vitale de 60 % ou plus (ouverture des cavités pleurales).
- Le diabète insulino-dépendant : Le diabète insulino-dépendant majore le risque infectieux pariétal et de médiastinite en cas de maladie coronaire de la femme.

### **Autres types de greffons artériels :**

#### **d.1.2.Artère radiale :**

Utilisée dès 1970 par Carpentier[59], l'artère radiale connaît un regain d'intérêt en chirurgie coronaire[60,61,62]. Le mode de prélèvement (dissection avec pédicule en prenant les deux veines satellites), de préparation (artère rincée et légèrement dilatée plutôt que forcée avec une solution sanguine contenant de la papavérine) et l'utilisation en continu, dès la période péri-opératoire, d'inhibiteurs calciques expliquent ce regain d'intérêt.

- Avantage : greffon artériel de diamètre, d'épaisseur et de longueur adéquats dont les taux de perméabilité à moyen terme sont satisfaisants.
- Inconvénients : un temps de prélèvement long, un greffon artériel libre nécessitant une réimplantation proximale, une artère très spastique nécessitant un traitement anticalcique de longue durée et un taux de perméabilité à long terme encore inconnu.

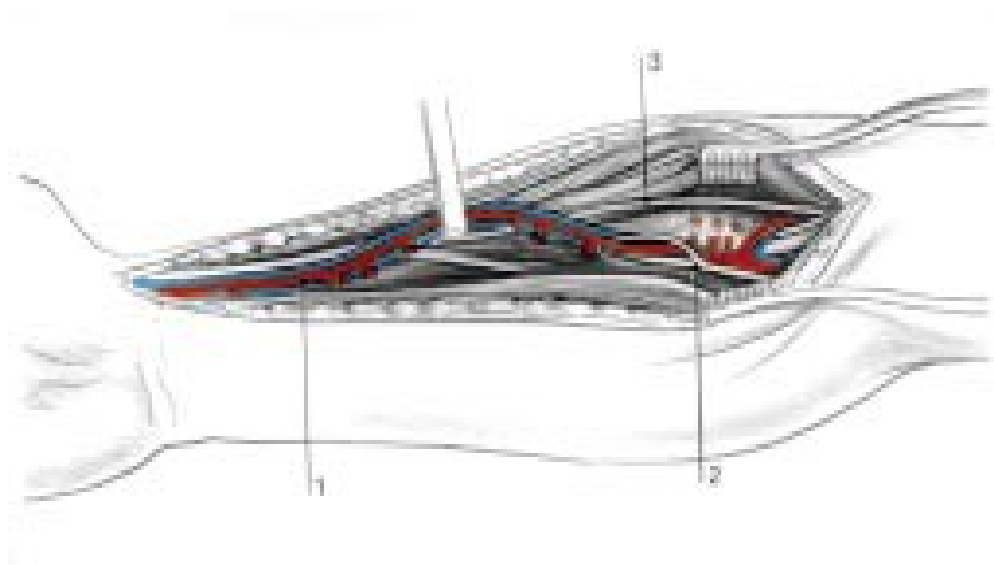


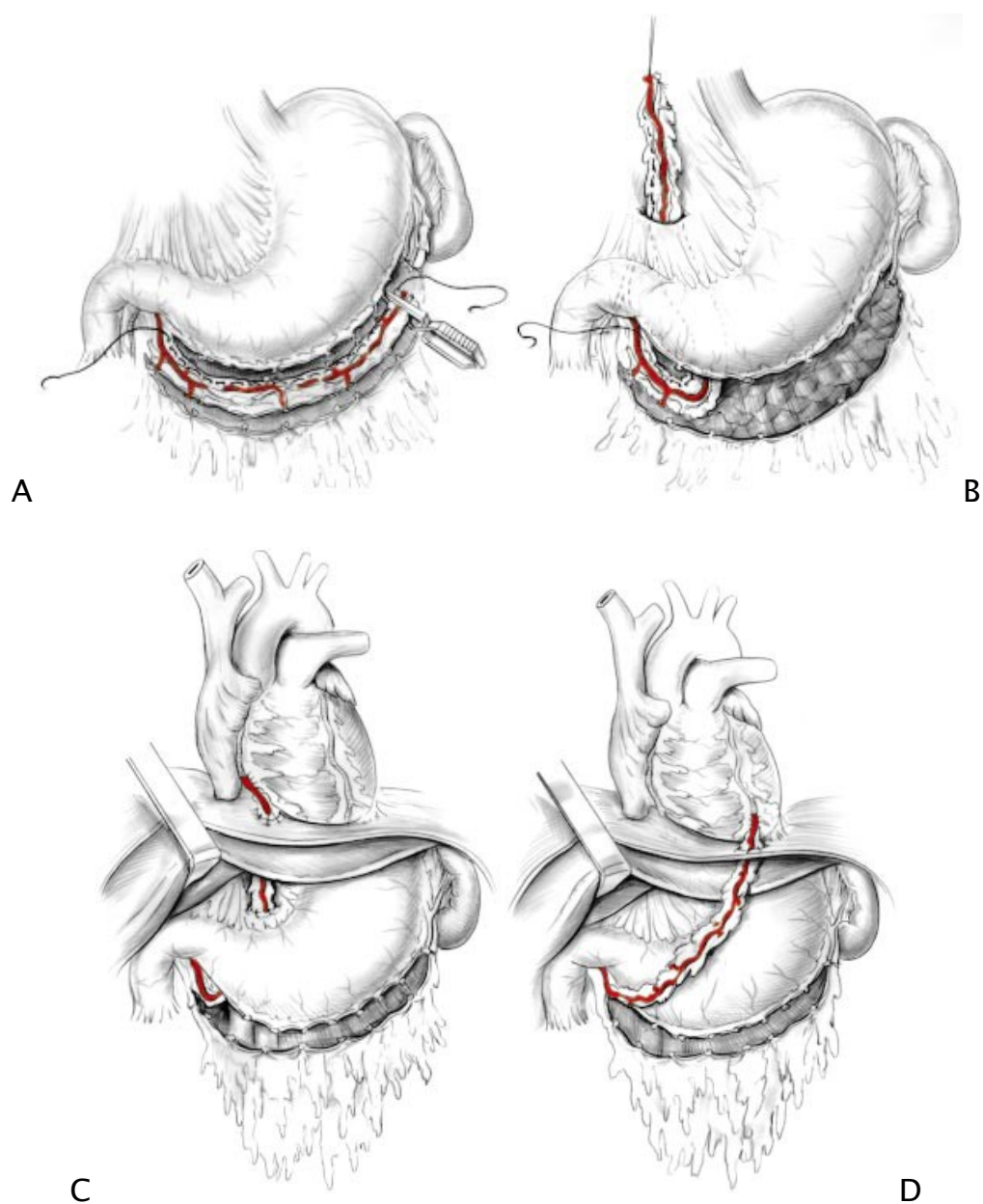
Figure 12 : Plans profonds de l'avant-bras.

1. Artère et veine radiales ; 2. nerf radial ; 3. nerf cubital.

#### **d.1.3.Artère gastroépiploïque :**

L'artère gastroépiploïque droite, branche de l'artère gastroduodénale, vascularise la grande courbure de l'estomac. Son prélèvement nécessite une courte laparotomie verticale. Par un trajet transdiaphragmatique, elle peut assurer la revascularisation de la paroi postérolatérale du ventricule gauche. Cependant, bien que pouvant être utilisé in situ, le greffon gastroépiploïque a du mal à s'imposer. [63,64 ,65]

- Avantages : greffon artériel in situ, de longueur suffisante, de diamètre et d'épaisseur adaptés dont les taux de perméabilité à moyen terme sont satisfaisants.
- Inconvénients : prélèvement long, difficile, nécessitant une laparotomie et exposé au risque inhérent à un prélèvement artériel intra-abdominal, difficulté et risque inhérents au trajet transdiaphragmatique, vasospasmodicité et résultats à long terme non connus.



**Figure 13 :Prélèvement de l'artère gastroépiplœique.**

A. Dissection du greffon gastroépiplœique.

B. Trajet du pédicule vers le diaphragme et le péricarde.

C. Trajet rétroduodéal. D. Trajet préduodéal

#### **d.1.4.Artère épigastrique :**

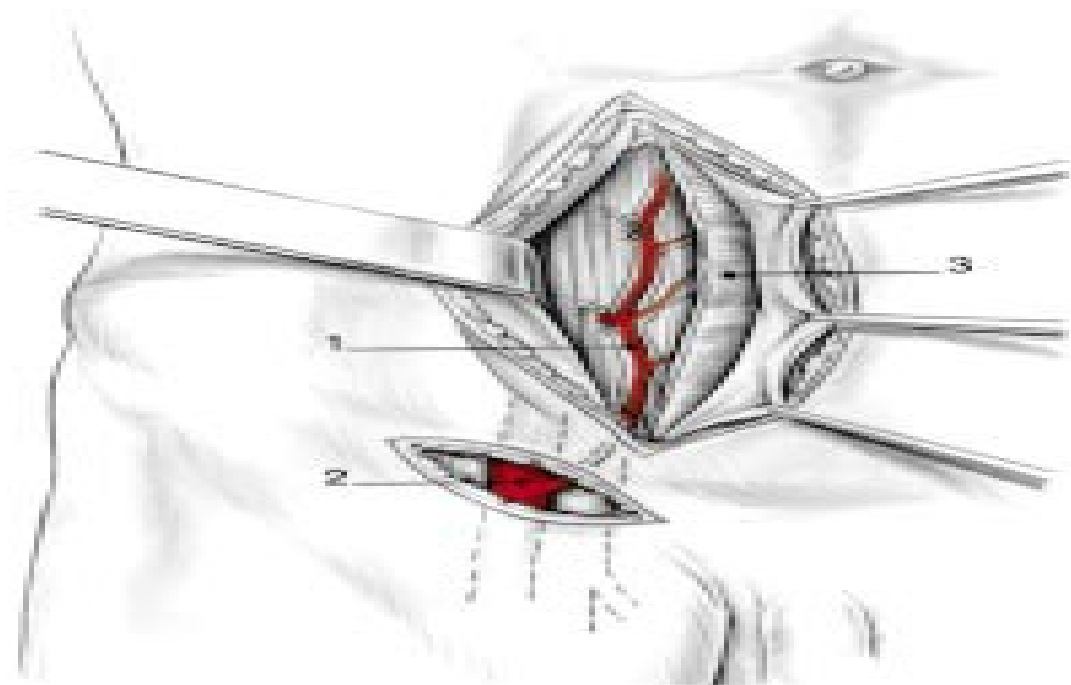
Proposée au début des années 1990, cette artère, branche pariétale de l'épigastrique externe, n'est que peu utilisée.[66] Elle est prélevée par une incision abdominale respectant le péritoine.

##### **1. Avantages :**

Greffon artériel dont le prélèvement est assez facile et dont les taux de perméabilité à long terme sont bons (mais il existe d'importantes variations entre les différents taux de perméabilité rapportés).

##### **2. Inconvénients :**

Greffon libre nécessitant une réimplantation, artère musculaire parfois athéromateuse, de diamètre et de longueur parfois suffisants, risque d'hématome pariétal et perméabilité à long terme non encore connue.



**Figure 14 : Prélèvement de l'artère épigastrique**

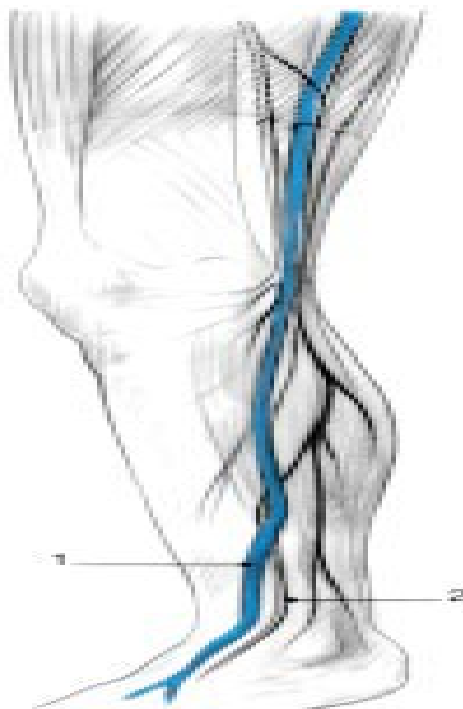
1-Artère épigastrique;2-artère iliaque externe;3-gaine des grands droits.

## d.2.Greffons veineux :

### d.2.1.la veine saphène interne :

#### ➤ Anatomie :

La veine saphène interne fait suite à la veine marginale interne qui provient elle-même de l'arcade dorsale superficielle du pied (fig 8). Elle passe en avant de la malléole interne, monte verticalement sur la face interne de la jambe, en regard du bord interne du tibia, puis contourne en arrière la face latérale du condyle interne du fémur (en restant environ deux travers de doigts en arrière). Arrivée à la cuisse, la veine saphène interne suit un trajet oblique en haut, en avant et en dehors, parallèle à celui du couturier, traverse le fascia cribriformis immédiatement audessus du ligament d'Allan Burns et se jette dans la veine fémorale à 4 cm sous l'arcade en décrivant une crosse.



**Figure 15 : Trajet de la veine saphène interne**

1. Veine saphène interne ;
2. Nerf saphène interne [10].

➤ **Technique de prélèvement :**

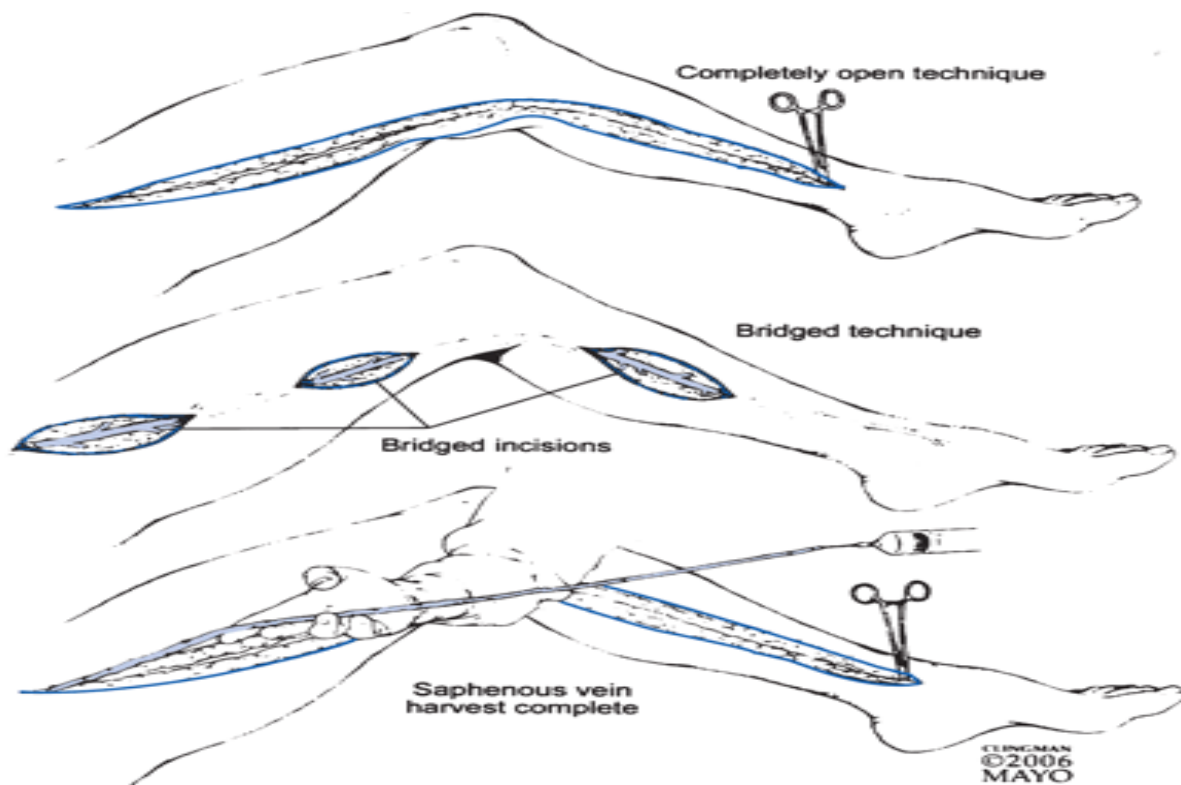
L'incision débute alors 2 cm au-dessus et légèrement en avant de la malléole interne et reste située immédiatement en regard du trajet de la veine. Chez les patients artéritiques ou diabétiques, il est préférable de réaliser plusieurs incisions discontinues afin de préserver des ponts cutanés (notamment au pli du genou) qui faciliteront la cicatrisation.

La longueur de veine nécessaire dépend du nombre de pontages à réaliser, 10 à 15 cm de veine étant nécessaires pour chaque greffon.

Chaque collatérale veineuse est disséquée en prenant soin de ne pas traumatiser la veine avec la pince à disséquer, la perméabilité du greffon en dépend.

Au niveau du genou, la veine saphène se divise parfois en deux branches redevenant confluentes juste au-dessus du genou, et il faut disséquer la branche la plus importante. Juste avant sa pénétration dans le fascia lata et sa terminaison dans la veine fémorale, le diamètre de la veine saphène augmente et devient inutilisable pour les pontages. La dissection de la veine s'arrêtera donc toujours avant cette région.

Une fois la veine prélevée, une solution de sérum hépariné (3 mL d'héparine dans 500 mL de sérum) est injectée dans la lumière au moyen d'une canule introduite dans l'extrémité distale et la veine est lavée puis doucement distendue à faible pression [67].



**Figure 16 : Veine saphène interne – techniques de prélèvement**

NB : le Prélèvement de la veine saphène interne par méthode vidéoscopique est possible, Il convient, avant l'intervention, de repérer le trajet exact de la veine saphène interne depuis la malléole interne jusqu'à la cuisse par marquage à l'encre indélébile. Ce repérage est indispensable pour permettre un décollement minimal des tissus lors de la vidéodissection de la veine. Une incision de 2 à 3 cm est réalisée en regard de la veine saphène quelques centimètres en arrière du condyle interne. La veine est tout d'abord disséquée de façon traditionnelle sous contrôle direct de la vue, et les éventuelles collatérales sont sectionnées entre deux clips. La dissection se porte ensuite vers la malléole à l'aide d'un tunnellisateur, dans lequel est introduit un système optique de 30 cm de long et 10 mm de diamètre. Ce tunnellisateur par lequel est introduit du CO<sub>2</sub> à faible pression (12 mmHg) permet de disséquer complètement la veine, de haut en bas sur une longueur de 30 cm, sous contrôle vidéoscopique. Une fois cette opération réalisée, le tunnellisateur est

remplacé par un instrument comportant la caméra, un ciseau bipolaire et un dissecteur. Ainsi, la dissection de chaque collatérale est alors réalisée, celle-ci étant sectionnée après coagulation bipolaire. L'extrémité de la veine est ensuite sectionnée grâce à une incision punctiforme faite à l'aide d'une lame 11 sous contrôle vidéoscopique. La mise en place de clips sur chaque collatérale est alors réalisée à ciel ouvert. Cette technique permet de réduire la douleur postopératoire au niveau du membre inférieur.

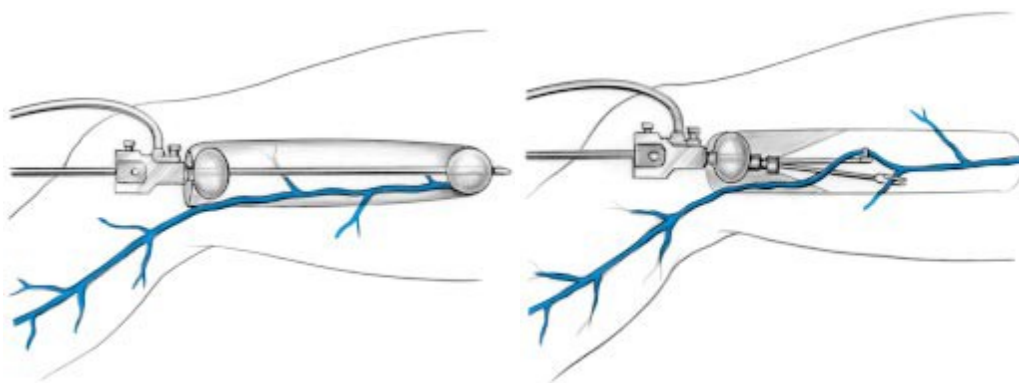


Figure 18 :Prélèvement de veine saphène interne par méthode vidéoscopique.

A. Création du tunnel de dissection. B. Section–ligature des branches collatérales.

➤ **Avantages :**

La facilité et la rapidité du prélèvement, la longueur disponible, la facilité d'utilisation et un flux maximal d'emblée

➤ **Inconvénients :**

- Discordance des diamètres avec la coronaire, prélèvement délabrant et un faible taux de perméabilité à moyen et à long terme ,détérioration des greffons veineux est mieux connue depuis les travaux de Campeau et Lesperance [68].

D'autres part, certains phénomènes apparaissent à long terme :

- Apparition d'une hyperplasie intimale au cours de la première année postopératoire, liée à une agrégation plaquettaire en réponse à une désendothélialisation du greffon veineux lors de son prélèvement.
- Un processus d'athérosclérose qui débute après la première année postopératoire et qui se poursuit avec la formation de lésions athéromateuses et conduit à l'occlusion du greffons.

### **D2.2. Autres veines :**

- La veine saphène externe est rarement utilisée, cela est dû à sa position anatomique contraignante pour l'opérateur.
- Les veines du membre supérieur sont exceptionnellement prélevées pour réaliser des pontages. La veine céphalique s'étend du coude jusqu'à l'épaule et son prélèvement est aisé, mais sa paroi est fine et sa perméabilité mauvaise

### **e. Choix du greffon :**

Le choix des greffons dépend des artères coronaires à revasculariser (nombre et situation anatomique), de la qualité des greffons artériels et veineux appréciée par écho-doppler et des caractéristiques du patient selon son âge, son espérance de vie, s'il est ou non diabétique, s'il présente une broncho-pneumopathie chronique obstructive, une insuffisance rénale.

Plusieurs publications ont montré qu'un des avantages de l'artère mammaire est sa perméabilité à long terme, supérieure à celle de la veine saphène.

L'artère mammaire interne gauche sur l'artère interventriculaire antérieure a un taux de perméabilité à 10 ans de 95%, l'artère mammaire sur une autre artère coronaire a un taux de perméabilité à 10 ans de 85 à 90%. Le « Gold standard »,

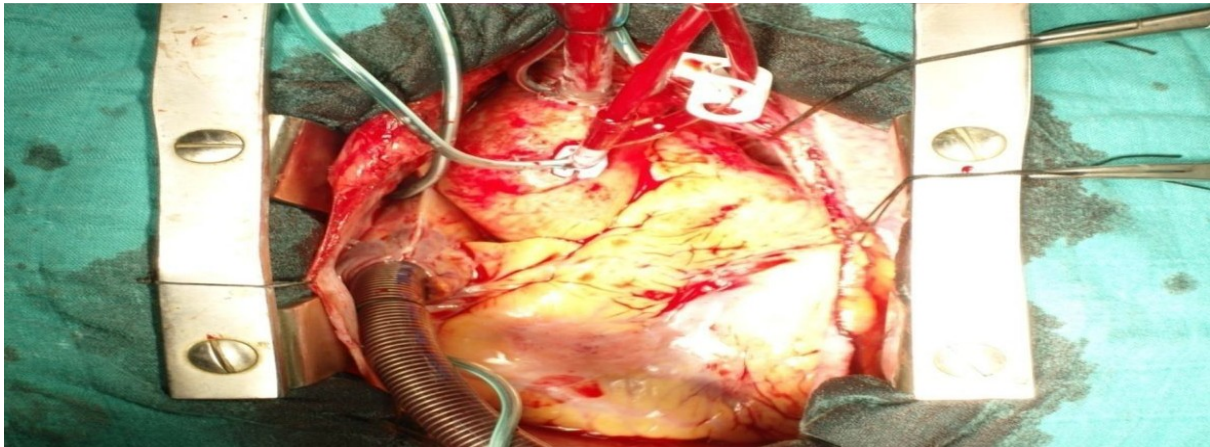
sorte de norme de qualité dont on ne doit pas s'écarter, indique par exemple que l'artère inter ventriculaire antérieure (IVA), la plus grosse artère du coeur, doit obligatoirement être pontée par l'artère mammaire interne gauche. Les autres artères peuvent être pontées par la veine saphène. C'est ce qui se pratique habituellement. Certaines équipes cependant privilégient l'utilisation des deux artères mammaires [69], pour leur durabilité, sauf quand l'une d'elles n'est pas utilisable, car de mauvaise qualité, ce qui est exceptionnel. Ainsi, l'artère mammaire droite peut constituer un « pont » suffisamment long pour rejoindre la face postérieure du coeur: c'est ce qu'on appelle la technique en Y. D'autres types de pontages sont également possibles, utilisant tantôt ou simultanément les mammaires et la saphène, en cas de nécessité de multiples pontages.

Aujourd'hui les équipes chirurgicales utilisent l'artère mammaire interne gauche dans 100% des cas. L'artère mammaire interne droite est utilisée, selon les équipes, dans 50 à 95% des cas. La veine saphène interne est de moins en moins utilisée, seulement pour revasculariser une artère secondaire, ou une artère coronaire droite avec sténose intermédiaire.

#### **f. Circulation extra corporelle CEC :**

##### **➤ installation :**

La CEC lors de chirurgie coronaire nécessite pour la plupart des équipes une canulation aortique et une canulation veineuse unique de type atriocave. La canulation aortique est effectuée le plus haut possible, au ras du tronc artériel brachiocéphalique, de façon à laisser de la place sur l'aorte ascendante pour insérer les pontages proximaux. Une décharge gauche est placée de façon systématique soit préférentiellement, en cas de collatéralités cardio péricardiques importantes, en cas d'altération de la fonction ventriculaire [70].



**Figure 19 : Installation de la circulation extracorporelle**

**Service de CCV, CHU Hassan II, Fès. Pr.M. Messouak.**

➤ **conduite de la CEC :**

La conduite de la CEC varie d'une équipe à l'autre, mais la tendance actuelle est de rester en normothermie, voire en hypothermie modérée.

Le démarrage de la CEC est fait progressivement, pour atteindre un débit théorique calculé en fonction de la surface corporelle du patient. Ce débit varie entre 50 et 60 ml/kg/min ou 2-2.5 l/ min/m<sup>2</sup>. Ce débit varie également en fonction de la température, de l'âge du patient et de la vasoplégie [71].

L'héparinisation est surveillée grâce au temps de céphaline activé (hémochron) qui doit être supérieur ou égal à 450. L'entretien est réalisé par des réinjections de 50 mg IV lorsque l'hémochron est inférieur à 450.

➤ **protection myocardique [72, 73, 74] :**

La protection myocardique est fonction des écoles et du patient. Le liquide de cardioplégie est souvent délivré dans la racine aortique par voie antérograde (juste au-dessus des ostias coronaires). Une dose totale (en général de 30 à 35 mL/kg) est délivrée en une fois, qui produit l'arrêt de l'activité cardiaque, surveillée sur le tracé électro cardiographique.

Celle-ci peut être répétée toutes les 20 minutes ou dès que la température myocardique remonte au-dessus de 7 à 10 °C. Il est également possible de distribuer la cardioplégie de façon rétrograde, par le sinus coronaire, grâce à une canule introduite dans le sinus coronaire. L'intérêt de cette technique pour la chirurgie coronaire serait d'assurer une perfusion myocardique correcte pour les zones situées en distalité de sténoses artérielles coronaires sévères.

Certains combinent ces deux techniques pour assurer une meilleure diffusion du liquide de cardioplégie.

Il existe de nombreuses solutions de cardioplégie, dont la composition varie, mais un certain nombre de facteurs sont communs, parmi lesquels une concentration élevée en potassium (30 à 60 mEq/mL), une faible concentration de calcium, un milieu tampon (phosphate), une osmolarité conservée. Certains utilisent du sang mélangé au liquide de cardioplégie, d'autres utilisent une cardioplégie « pure » ou cristalloïde. Les solutions les plus utilisées sont de type extra cellulaire (comme celle de St. Thomas), d'autres solutions miment la composition intra cellulaire (basses en sodium et sans calcium), comme la solution de Bretschneider ou la solution HKT Custodiol ; elles sont aussi utilisées pour la préservation d'organes en transplantation. L'avantage d'une solution sanguine est sa meilleure capacité à transporter l'oxygène, ses inconvénients sont une viscosité accrue et la nécessité d'en utiliser une plus grande quantité.

Enfin, la cardioplégie peut être « froide » ou « chaude ». Une cardioplégie froide correspond à un liquide injecté aux alentours de 4 à 5 °C. L'hypothermie qui s'ensuit provoque une baisse du métabolisme cellulaire et donc une diminution de la consommation tissulaire d'oxygène. Ceci permet de garder un cœur arrêté sans entraîner de dysfonction myocardique sévère. Les avantages sont une plus grande

facilité de maniement car une seule dose ou une dose répétée toutes les 20 à 30 minutes suffit. L'inconvénient majeur est lié à l'anoxie qui survient nécessairement dès lors que le coeur n'est plus irrigué avec constitution d'un oedème myocardique.

La cardioplégie chaude est injectée à 37 °C. Dans ce cas, le coeur est arrêté uniquement du fait de l'hyperkaliémie, et la consommation d'oxygène cellulaire, bien que diminuée, reste élevée. La perfusion d'oxygène doit donc être maintenue de façon optimale, par l'apport fréquent de sang, voire de façon permanente. Les avantages de cette méthode sont une protection plus « physiologique » à base de sang et d'oxygène, cependant les inconvénients sont l'obligation de maintenir un débit de cardioplégie important (qui varie d'un patient à l'autre en fonction de sa pathologie) et un risque d'accidents vasculaires cérébraux qui semblent majoré.

À l'heure actuelle, aucune méthode ne se détache nettement et chaque équipe utilise la solution qui lui convient, en fonction de son expérience. Dans notre pratique, nous optons pour une cardioplégie cristalloïde froide par voie antérograde.

#### **g. Pontage aortocoronaire :**

##### **g.1.Exposition des artères coronaires [10] :**

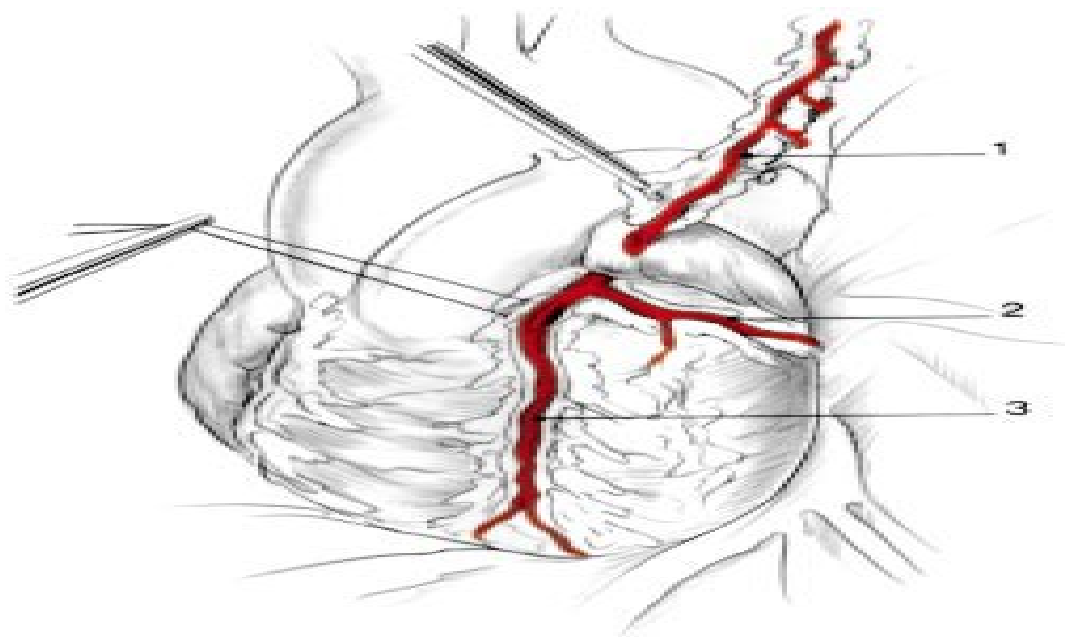
L'identification des artères coronaires est souvent simple, et correspond à l'anatomie décrite par la coronarographie.

La dissection des artères coronaires se fait grâce à un bistouri lame 15 ou 11. L'ouverture de l'artère se fait progressivement en disséquant l'épicarde puis l'adventice. Une fois l'artériotomie pratiquée, celle-ci est étendue à l'aide de ciseaux de Potts sur une distance variant de 5 à 10 mm, en restant exactement au milieu de l'artère coronaire et en suivant un trajet parallèle à son axe.

Il ne faut pas pratiquer d'artériotomie sur une zone calcifiée, ce qui rend l'anastomose difficile et de moins bonne qualité.

### **g.1.1.Exposition de l'IVA :**

L'artère IVA est normalement visible à la surface de l'épicaarde, située entre les ventricules droit (VD) et gauche (VG). Sa texture plus épaisse et plus consistante permet de la distinguer des veines qui peuvent croiser l'artère en avant ou se trouver parallèle. L'artère est à droite de la veine principale et parallèle. Dans certains cas, l'artère est intramyocardique et invisible. L'artère peut alors être repérée par la palpation si celle-ci est calcifiée, ou peut être mise en évidence à partir de la pointe du coeur (fig 22).



**Figure 22 :Exposition de l'artère interventriculaire antérieure (IVA) et de ses branches diagonales.**

1. Greffon mammaire interne gauche ; 2. artère diagonale ; 3. artère IVA.

### **g.1.2.Exposition des branches diagonales :**

L'exposition est la même que pour l'IVA. Les branches diagonales sont en général facilement repérables car elles naissent directement de l'IVA et ont un trajet légèrement oblique sur la face antérolatérale du VG.

### **g.1.3.Exposition de l'artère circonflexe et de ses branches marginales :**

La circonflexe proprement dite court le long du sillon auriculoventriculaire gauche et ne peut être abordée directement qu'en disséquant le sillon, ce qui est dangereux et ne doit être réservé qu'aux situations exceptionnelles. Le plus souvent, ce sont les branches marginales (ou latérales) de la circonflexe qui sont pontées (fig 23). Pour bien les exposer, il est préférable d'avoir un aide qui luxé le cœur vers le haut et la droite du patient, permettant à l'opérateur de disséquer l'artère en se plaçant à la gauche du patient. Ces artères apparaissent sur la face latérale du VG et sont orientées vers l'IVA. Parfois, ces artères sont intramyocardiques, et il faut alors rechercher dans le muscle soit une zone calcifiée (par la palpation), soit une zone légèrement jaunâtre ou blanche que l'on peut apercevoir à travers le muscle.

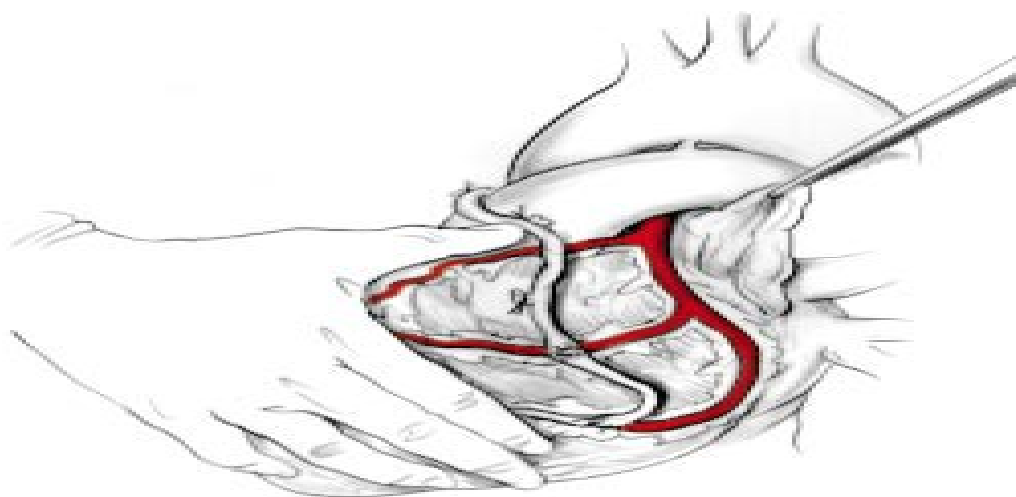


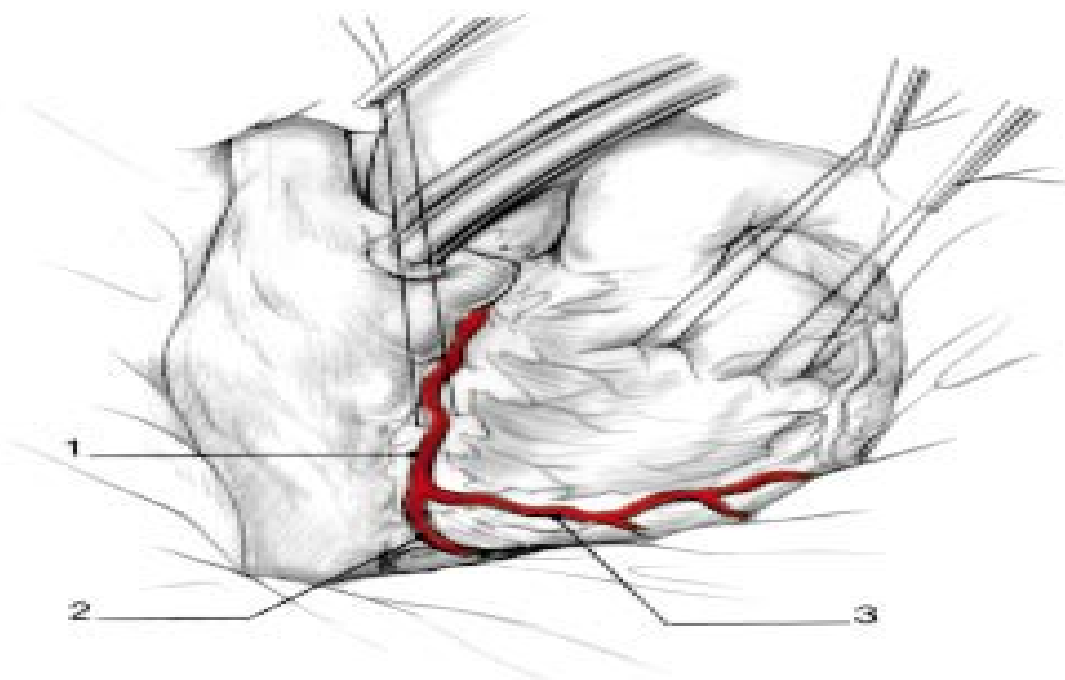
Figure 20 :Exposition de l'artère circonflexe et de ses branches marginales [10].

#### **g.1.4.Exposition de la coronaire droite et de ses branches :**

La coronaire droite se divise en trois segments et il est plus facile de disséquer l'artère après avoir placé des fils de traction épicaudique (4 ou 5-0).

le long du trajet à disséquer, la bifurcation permet de repérer l'IVP et la rétroventriculaire.

Pour aborder ces deux artères, il est nécessaire de récliner le coeur avec la pointe dirigée vers l'épaule gauche du patient, en plaçant plusieurs fils tracteurs.



**Figure 21 :Exposition de l'artère coronaire droite et interventriculaire postérieure (IVP) [10].**

1. Coronaire droite ; 2. rétroventriculaire IVP ; 3. interventriculaire postérieure.

#### **g.2.Techniques d'anastomoses coronaires :**

L'anastomose en chirurgie coronarienne s'effectue sur des vaisseaux dont le calibre varie entre 1 et 3 mm. Le chirurgien travaille avec une loupe binoculaire qui assure selon le type un grossissement de 2,5 à 6. Le surjet continu s'est imposé comme la technique de référence.

### g.2.1. Anastomoses coronaires distales :

#### g.2.1.1. Anastomose Terminolatérale

En chirurgie coronaire, l'anastomose terminolatérale est la technique la plus utilisée. Le greffon est anastomosé en terminal sur la coronaire ouverte latéralement. Il en est de même de la réimplantation proximale d'un greffon libre.

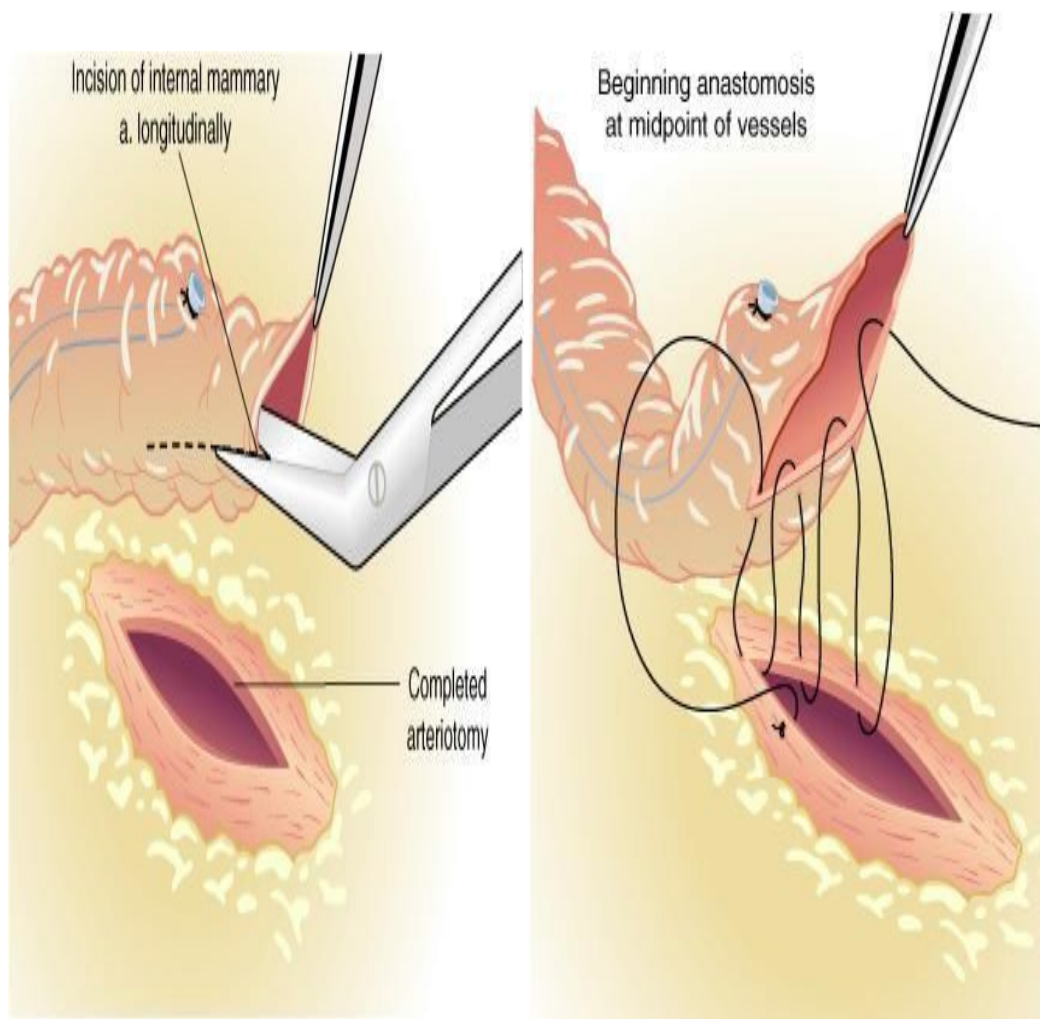
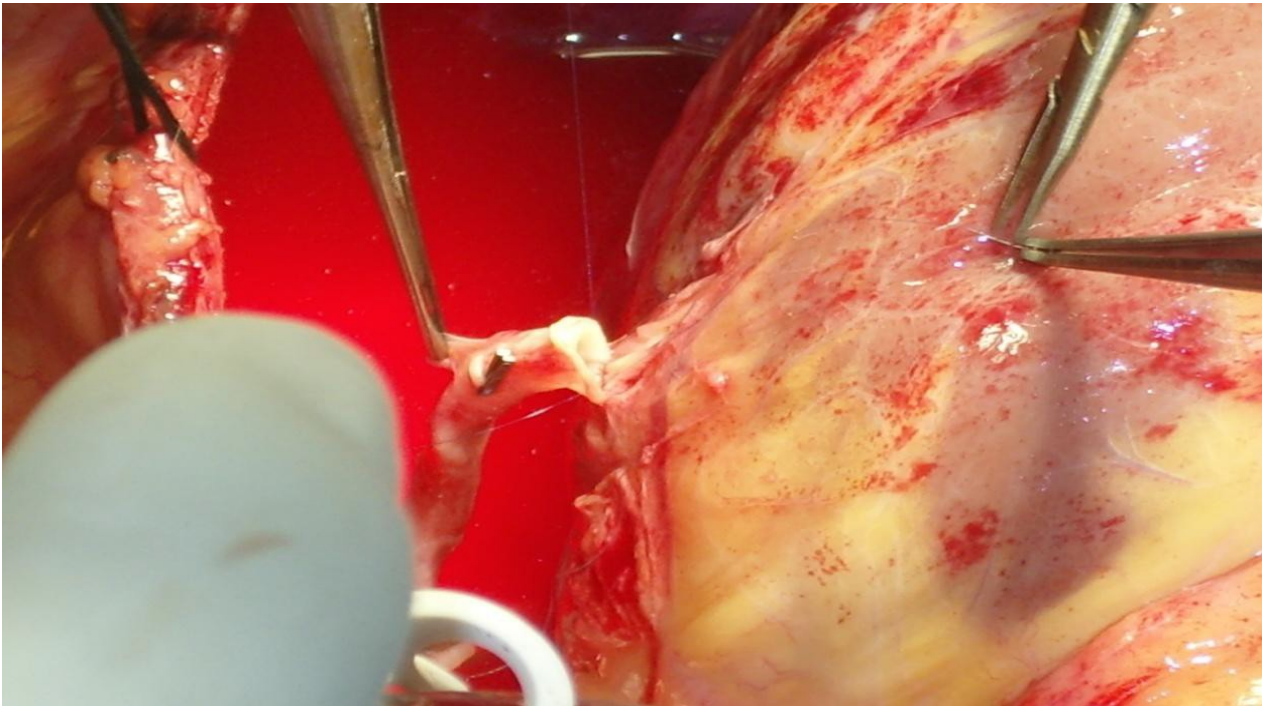


Figure 22 : type d'anastomose distale terminolatérale



**Figure 23 : Anastomose terminolaterale VSI – marginal Service de CCV, CHU Hassan II, Fès. Pr.M. Messouak.**

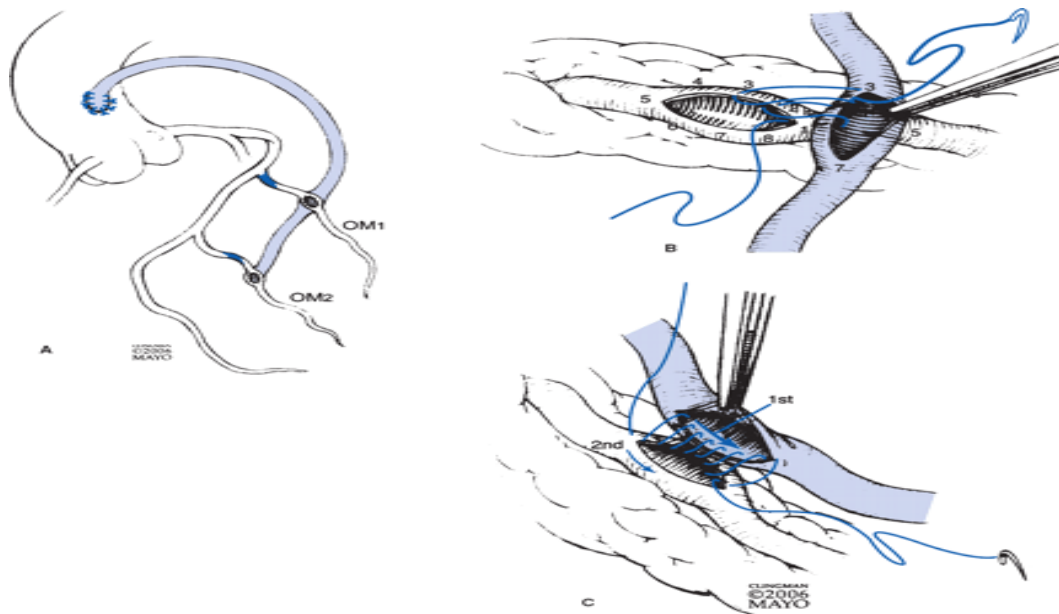
#### **g.2.1.2. Anastomose Latéro–latérale séquentielle :**

Les anastomoses séquentielles permettent de revasculariser plusieurs coronaires par un seul greffon, celui-ci étant anastomosé en latéro–latéral sur une voire plusieurs coronaires avant d'être anastomosé en termino–latéral sur une dernière coronaire [75,76,77,78].

Un des avantages théoriques est que le recrutement de plusieurs réseaux d'aval coronaire, par l'augmentation du flux qu'ils provoquent dans le pontage, en favoriserait la perméabilité. Toutefois, la construction de ces montages est techniquement délicate et peut compromettre l'ensemble de la revascularisation. Ainsi, les pontages dits en *Snake graft anastomosis*, où un seul greffon serpentait sur la surface du cœur pour en revasculariser toutes les coronaires, ont été abandonnés par plusieurs équipes.

Actuellement, les pontages séquentiels trouvent leurs meilleures indications dans les situations du déficit de greffons, d'aorte ascendante pathologique rendant aléatoire, voire dangereuse, une réimplantation proximale supplémentaire et dans les revascularisations artérielles exclusives, les résultats des anastomoses séquentielles semblent être meilleurs lorsqu'elles sont réalisées avec des greffons artériels. Les pontages séquentiels peuvent être réalisés soit entre la CD et l'IVP, soit entre l'IVP et la RVP, soit entre deux, voire trois branches marginales gauches, soit entre l'IVA et une voire deux diagonales [79] En fonction de l'orientation du greffon et de la coronaire, l'anastomose séquentielle latérolatérale est réalisée d'une manière parallèle ou en diamant lorsque l'angle d'attaque est perpendiculaire.

Dans tous les cas, une attention toute particulière doit être apportée au design et à la construction du montage afin d'éviter tout excès ou insuffisance de longueur et toute angulation du greffon entre les sites d'anastomoses.



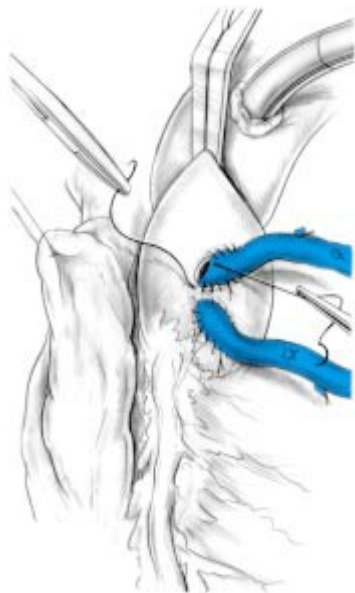
**Figure 24 : Types d'anastomoses distales séquentielles avec greffon veineux.**

A-ordre des anastomoses ; B-anastomose séquentielle perpendiculaire latéro-latérale, C-anastomose longitudinale latéro-latérale.

### g.2.2. Anastomoses proximales :

Elles sont faites soit après déclampage aortique et sous clampage aortique partiel, soit sous clampage aortique complet. Elles peuvent être réalisées avant le démarrage de la CEC sous clampage aortique partiel.

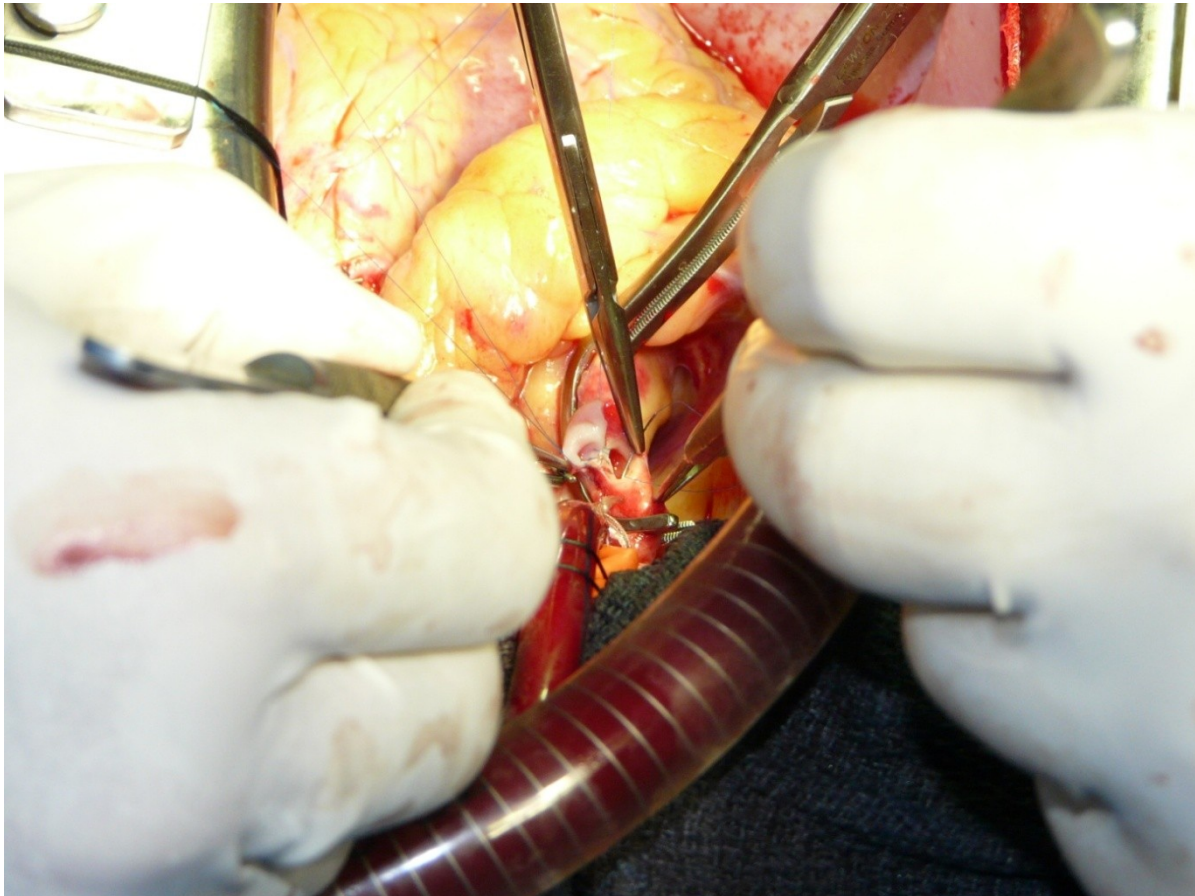
Le clampage aortique partiel permet une réduction du temps de clampage, mais les inconvénients tiennent au risque accru d'embolies calciques et à la plus grande difficulté à réaliser l'anastomose. Sous clampage aortique total, l'anastomose est plus facilement réalisable, au détriment d'un temps de clampage légèrement augmenté et à la nécessité de placer une décharge gauche .



**Fig 24** Anastomose proximale d'un greffon saphène interne sous clampage aortique complet



**Fig 25** Anastomoses proximales de greffons saphène interne sous clampage aortique partiel.



**Figure 26 :Anastomose proximale du greffon veineux sur l'aorte ascendante sous clampage partiel. Service de CCV, CHU Hassan II, Fès. Pr.M. Messouak.**

#### **g.2.2.1.anastomose en « Y »**

Dans certains cas particuliers, on peut être amené à effectuer une anastomose proximale sur un autre greffon veineux anastomosé sur l'aorte. On effectue une veinotomie dans le sens longitudinal de la veine de manière à anastomoser le greffon veineux par un surjet continu de fil Monobrin 7-0 ou 8-0 .Cela peut être utile en cas d'aorte très calcifiée, de chirurgie redux avec une aorte épaisse, ou lors d'un greffon trop court.

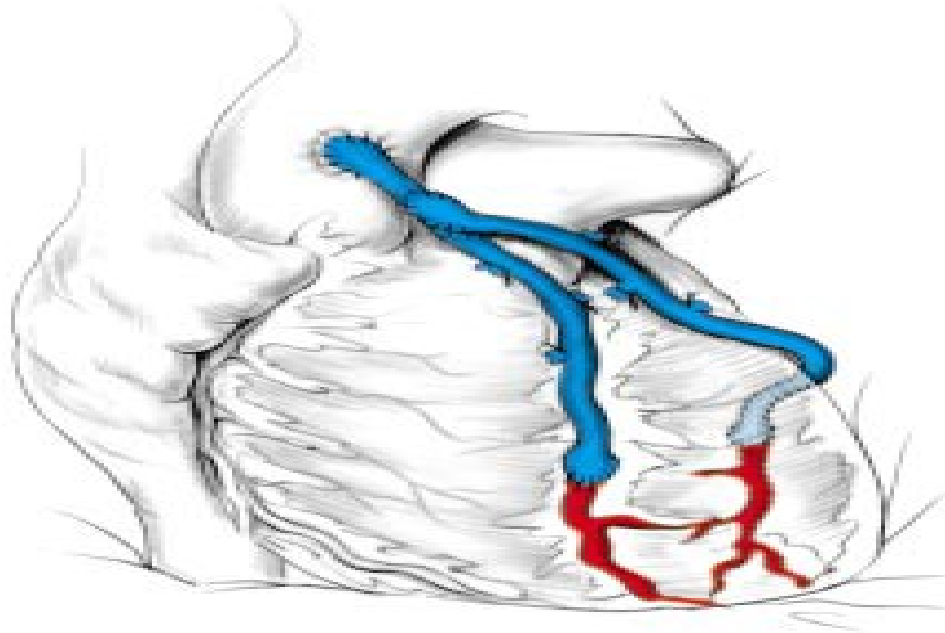


Figure 27 :Anastomose proximale en « Y »

#### g.2.2.2.Anastomose en T :

Dans certains cas, il est possible d'anastomoser deux artères mammaires ensemble pour pratiquer une revascularisation « tout artériel » [80].

Le greffon mammaire interne gauche étant laissé en greffon pédiculé et anastomosé sur l'IVA, et le greffon mammaire interne droit prélevé en greffon libre est placé par exemple sur une marginale. Son extrémité proximale est alors anastomosée sur le greffon mammaire interne gauche. L'artériotomie sur le greffon mammaire gauche est pratiquée dans le sens longitudinal de l'artère sur environ 4-5 mm, et le greffon mammaire droit est placé perpendiculairement en réalisant un montage en «T» .

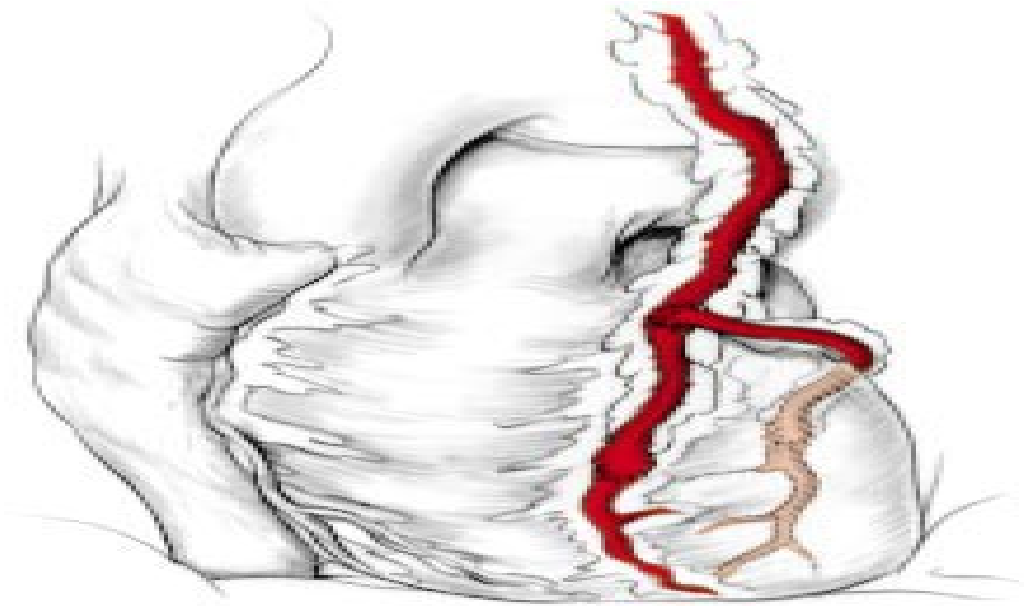


Figure 28 : Anastomose en « T ».

#### g.2.2.3. Anastomose coronarocoronarienne :

Il est également possible, lorsque la partie proximale et l'ostium de la coronaire droite sont indemnes de lésions, d'effectuer l'anastomose proximale directement sur la coronaire droite [81]. Cela a l'avantage de permettre un flux diastolique, mais en cas de nouvelle lésion de l'ostium, le pontage peut devenir obsolète.

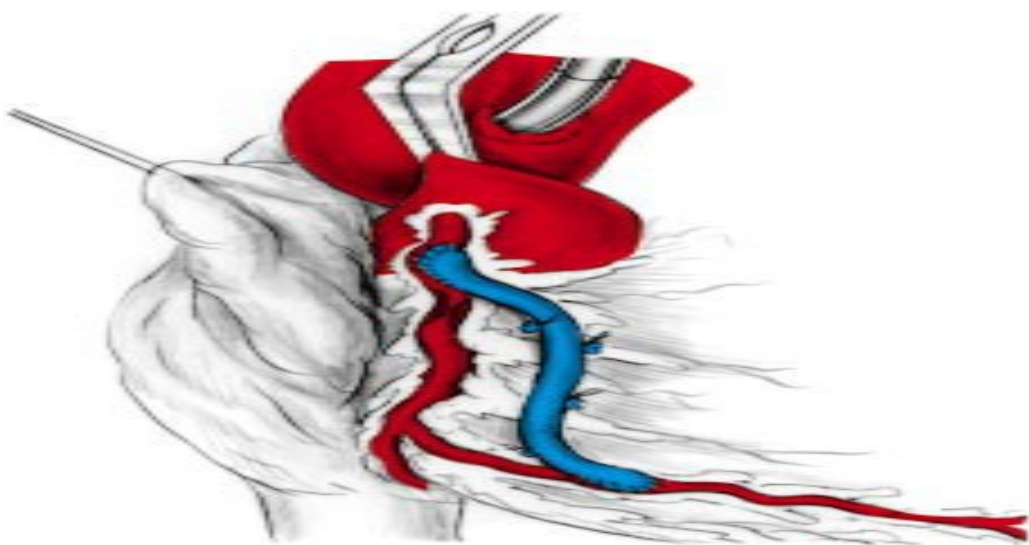


Figure 29 : Anastomose saphène coronarocoronarienne droite.

### g.3.Les Autres Techniques Chirurgicales : [10]

#### g.3.1.Chirurgie directe du TCG :

La chirurgie directe du TCG, abandonnée dans les années 1970 au profit des pontages coronaires, connaît un regain d'intérêt depuis la fin des années 1980 sans toutefois parvenir à s'imposer. D'une part, les lésions isolées du TCG ne représentent que 0,2 % à 3 % des coronaropathies, d'autre part les techniques sont variées et sujettes à controverses et les résultats à long terme sont incertains. Le geste consiste à réaliser, pour des lésions isolées du TCG ne dépassant pas la bifurcation, une thromboendartériectomie, associée à une plastie d'élargissement du TCG.

Le TCG peut être abordé directement après dissection de l'aorte et de l'artère pulmonaire, ou bien par ouverture de l'aorte, voire par transection de l'artère pulmonaire. La tromboendartériectomie doit être complète et s'arrêter en pente douce sans aucun ressaut ou *flap* intimal. Le *patch* utilisé pour refermer le TCG sans le sténoser peut être biologique ou synthétique.

La veine saphène a été la plus utilisée malgré le devenir à long terme de ce substitut dans les pontages coronaires ; les *patches* artériels, sans doute plus physiologiques, obligent au sacrifice d'un capital greffon majeur ; les *patches* en péricarde autologue, voire hétérologue, ne sont pas à l'abri des phénomènes de rétraction et de calcification. Nous trouvons quelques rares bonnes indications à la chirurgie directe du TCG notamment dans les cas d'association morbide à un rétrécissement aortique, la plastie du tronc étant réalisée aorte ouverte après résection valvulaire, le *patch* utilisé étant veineux.

### **g.3.2.Endartériectomie coronaire :**

L'endartériectomie coronaire consiste à désobstruer le lit d'une coronaire soit occluse soit multisténosée, afin de rendre la réalisation d'un pontage coronaire possible. Cette technique lorsqu'elle est utilisée, il est généralement par nécessité dans les situations cliniques suivantes :

- rupture de plaque d'athérome pendant la réalisation d'une anastomose
- calcification rendant l'anastomose coronaire aléatoire
- impossibilité de trouver une lumière coronaire autorisant une anastomose coronaire sur une artère quasiment occluse sur toute sa longueur.

La technique consiste, à l'aide d'une spatule, à cliver le sequestre athéromateux comportant l'intima et la partie interne de la média et l'adventice. L'endartériectomie doit être délicatement étendue vers l'aval afin d'emporter d'un seul tenant la plaque athéromateuse, la sequestre devant reproduire le moule artériel avec le départ des collatérales et se terminer en pente douce.

### **g.3.3.Laser :**

Le laser a été proposé dans des cas de cardiopathies ischémiques pour des territoires fonctionnellement accessibles (viabilité prouvée en scintigraphie au thallium, ou échostress) mais non accessibles anatomiquement (coronaires non revascularisables car trop grêles). De 20 à 50 impacts de laser sont effectués à cœur battant, créant autant de canaux intramyocardiques pouvant être à l'origine d'une néovascularisation. Nous manquons de critères objectifs permettant d'expliquer un certain degré d'amélioration fonctionnelle dont le mécanisme même n'est pas encore bien élucidé.

### **g.3.4.Chirurgie Coronaire Mini Invasive :**

Différentes voies de recherche ont été étudiées afin de diminuer le caractère invasif et la morbidité de la chirurgie coronaire. Ces recherches ont été suscitées et permises par des innovations technologiques qui sont en passe de bouleverser les techniques conventionnelles de chirurgie coronaire.

#### **g.3.4.1.PONTAGE SANS CEC :**

Les pontages sans CEC (*off-pump CABG*) connaissent un regain d'intérêt. Leur but dans les pays industrialisés est d'éviter la morbidité inhérente aux CEC. Dans les pays émergents, leur intérêt est avant tout économique. Les innovations techniques ou technologiques qui ont permis le développement des pontages sans CEC sont les systèmes de stabilisation cardiaque, les points de suspension péricardique, les shunts intracoronaires.

##### ***Stabilisateurs cardiaques :***

Grâce à eux, la zone anastomotique devient quasiment immobile. Deux principes sont à la base de ces stabilisateurs : la stabilisation peut être réalisée par « écrasement » (la zone anastomotique est stabilisée par des palettes appuyées sur le coeur) ou par « succion » ou « aspiration » (la zone d'anastomose est stabilisée à l'aide de ventouses qui agissent par aspiration ou succion).

##### ***Points de suspension péricardique :***

Une série de points de suspension placée bas dans le péricarde permet de verticaliser le coeur (pointe du coeur en l'air). Cette verticalisation donne accès à la face postérolatérale du myocarde, autorisant la revascularisation des artères marginale, IVP et rétroventriculaire. Ces points de suspension péricardique ont rendu possible la réalisation de revascularisation complète sans CEC alors que,

initialement, cette technique était réservée à des revascularisations de la face antérieure. Il existe dans le commerce actuellement des artifices permettant de soulever la pointe et de verticaliser le coeur.

### *Shunts intracoronaires*

La coronaire ayant un certain degré d'immobilité (rôle du stabilisateur), le clampage coronaire permet l'obtention d'un champ exsangue, deuxième condition à la réalisation d'une anastomose de bonne qualité. Afin d'éviter l'ischémie induite par le clampage d'une coronaire non occluse, des minishunts intracoronaires ont été réalisés. Ils permettent d'assurer une perfusion de l'aval coronaire lorsque celui-ci est clampé. En pratique, ils ne sont qu'assez rarement indispensables.

La revascularisation est débutée sur l'IVA. Chaque artère revascularisée étant mise en charge avant la réalisation du pontage suivant. La luxation du coeur battant peut entraîner une instabilité hémodynamique nécessitant une parfaite coordination entre le chirurgien et l'anesthésiste qui doit assurer une volémie optimale et avoir recours si besoin à des drogues vasoconstrictrices. La luxation entraînant parfois une gêne considérable au retour veineux systémique, des pompes d'assistance temporaire droite-droite installées directement dans l'oreillette droite et par voie transtricuspidale dans l'artère pulmonaire sont en cours d'évaluation. Les indications des pontages sans CEC ne sont pas encore bien définies. Leur intérêt premier est pour les patients qui présentent un risque accru sous CEC. Il en est ainsi des patients âgés, insuffisants respiratoires, insuffisants rénaux et en présence d'une aorte ascendante athéromateuse. Mais les indications pour certains peuvent être étendues à l'ensemble des patients de manière systématique, la CEC n'étant utilisée que lorsque l'hémodynamique du patient le nécessite. Cependant, les coronaires de

mauvaise qualité, petites, calcifiées ou intramyocardiques peuvent être considérées comme des limites à cette technique.

#### **g.3.4.2.CHIRURGIE MINI-INVASIVE DIRECTE (MIDCAB):**

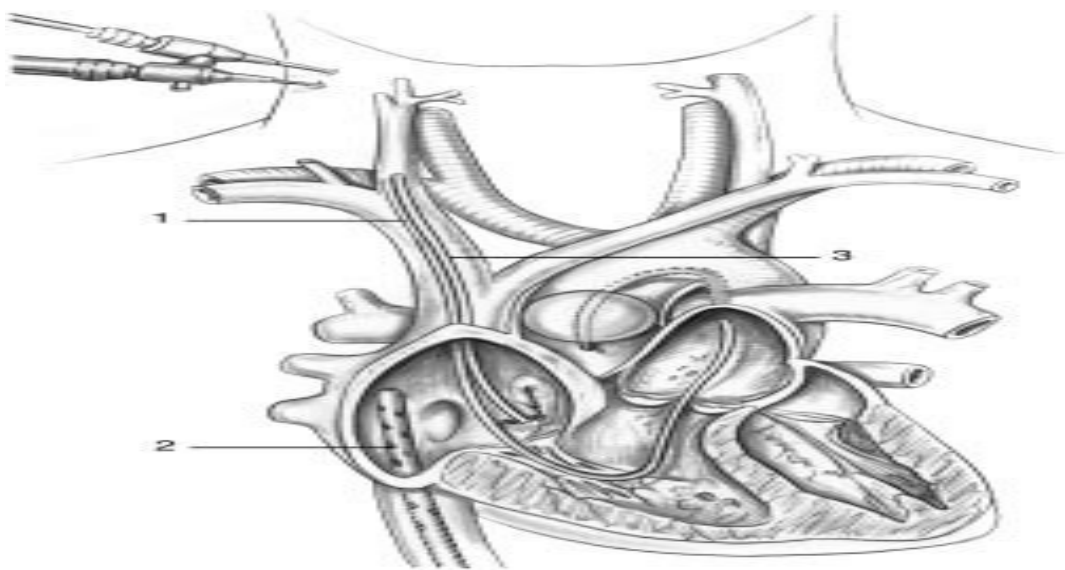
La chirurgie mini-invasive directe s'est intéressée à la possibilité de réaliser des monopontages AMIG-IVA sous minithoracotomie à coeur battant, l'objectif étant de limiter l'ouverture thoracique. Les avancées qui ont permis cette orientation sont les techniques de vidéothoracoscopie complétées par les minithoracotomies.

#### **g.3.4.3.CHIRURGIE ASSISTEE PAR LA ROBOTIQUE :**

Ce système en cours d'essai permet d'effectuer des anastomoses par de mini-incisions. Une La robotique a récemment fait son apparition en chirurgie cardiovasculaire. Deux systèmes sont actuellement disponibles. Le chirurgien dirige la manoeuvre du « robot », à distance du patient, par le biais d'une console. Cette innovation technologique, d'une sophistication inégalée, permet une très bonne précision dans les gestes réalisés. A la différence de l'instrumentation de vidéothoracoscopie, peu adaptée à la réalisation d'anastomose coronaire, l'instrumentation robotique permet à la fois le prélèvement des artères mammaires, mais aussi la réalisation des anastomoses. Associée au système de CEC *heart-port*.

CEC est placée, de type périphérique, en canulant l'artère et la veine fémorale . Un ballon est monté par voie endoluminale jusqu'au niveau de l'aorte ascendante sous contrôle échographique, de manière à être positionné au-dessus des ostia coronaires, pouvant ainsi, une fois gonflé, permettre de délivrer la cardioplégie. Un cathéter pulmonaire placé par la veine jugulaire sert de décharge pour le coeur gauche.

L'artère mammaire est disséquée par vidéoscopie, pendant que des prélèvements veineux, si besoin est, sont effectués . Les anastomoses coronaire et proximale aortiques sont réalisées sur coeur arrêté, au travers d'une mini-incision parasternale gauche située au quatrième espace intercostal par méthode vidéoscopique . Cette technique est en pleine évolution et son essor dépend de l'amélioration du matériel permettant de réaliser les gestes techniques avec la même précision et la même rapidité que par méthode conventionnelle.



**Figure 30 :Système Heartport.**

1. Cathéter de décharge artère pulmonaire ; 2. canule atriocave (percutanée fémorale) ; 3. cathéter de cardioplégie rétrograde

#### **h. Arrêt de la CEC [82, 83] :**

Avant l'arrêt de la CEC, un certain nombre de paramètres doivent être vérifiés :

- reprise de la ventilation artificielle.
- une purge parfaite des cavités cardiaques.
- rythme cardiaque sinusal ou entraîné par des électrodes épicaudiques
- entre 70 et 90 bat/min.
- vérification des pontages s'assurant que l'hémostase des anastomoses

- est bonne, que leur longueur et leurs trajets sont harmonieux.
- hématicrite supérieur à 20.
- fonction ventriculaire conservée permettant de sevrer la CEC.
- température et gaz de sang.

En cas de difficultés de sevrage de la CEC, une période d'assistance permet au ventricule de récupérer et de corriger d'éventuels désordres métaboliques.

L'assistance circulatoire permet à chacun d'organiser l'arrêt de la circulation extracorporelle. Le chirurgien complète l'hémostase ; le perfusionniste termine le réchauffement du patient et contrôle les gaz du sang (hématicrite, équilibre acidobasique, kaliémie). L'anesthésiste prépare la réanimation à suivre, mais aussi la protamine injectée à l'issue de la circulation extracorporelle pour neutraliser l'héparine circulante.

Si après cette première période d'assistance, le ventricule ne peut assurer une fonction permettant de sevrer la CEC, on introduit alors des drogues en choisissant de préférence des drogues vasodilatatrices et inotropes positives. Enfin, l'emploi du CPBIA doit être envisagé assez rapidement dans ce type de chirurgie, c'est-à-dire avant d'atteindre des doses inotropes importantes de façon à ne pas provoquer une augmentation importante de la MVO<sub>2</sub>.

Arrêter une circulation extracorporelle est donc une décision collégiale, où chacun doit donner son accord, afin que la reprise complète de l'activité cardiaque s'établisse dans les meilleures conditions. Les décisions hâtives et unilatérales conduisent malheureusement souvent à un redémarrage dangereux de la circulation extracorporelle.

# **INDICATIONS DE LA REVASCULARISATION CHIRURGICALE:**

Les indications concernant le choix de la technique de revascularisation coronarienne ont récemment fait l'objet de recommandations européennes [84].

Nous allons dans les paragraphes suivants, détailler les différents points de ces recommandations en rappelant les éléments importants des études clés.

## **A. En cas de coronaropathie stable**

Les dernières recommandations de l'European Society of Cardiology (ESC) 2014 [84] sont résumées dans le tableau 1.

### **1. En cas d'atteinte isolée de l'IVA proximale :**

Deux méta-analyses [13, 14] retrouvent un avantage pour le PAC en termes de récurrences angineuses et de revascularisations répétées sur l'artère cible. Cependant, il n'y a pas de différence significative pour le taux de mortalité, les infarctus du myocarde (IDM) ou les accidents vasculaires cérébraux (AVC).

### **2. En cas d'atteinte du TCG:**

Le registre CASS (Coronary Artery Surgery Study) a permis de suivre pendant 16 ans, 912 patients avec atteinte du TCG ou équivalent. Les auteurs rapportent une amélioration de la survie en faveur de la revascularisation chirurgicale comparativement au traitement médical à l'exception des patients avec une FEVG conservée.

Dans le sous-groupe de 705 patients randomisés avec atteinte du TCG de l'étude SYNTAX, il n'y a pas de différence significative entre chirurgie et ATL en termes de mortalité (4.4% vs. 4.2% ;  $p = ns$ ), d'IDM (4.1% vs. 4.3% ;  $p = ns$ ), et d'événements cardio-vasculaires majeurs (13.6% vs. 15.8% ;  $p = ns$ ).

Cependant, les auteurs notent un avantage significatif en faveur de la revascularisation chirurgicale, concernant les revascularisations répétées (6.7% vs. 12% ;  $p = 0.02$ ), avec néanmoins un taux d'AVC postopératoire plus élevé (2.7% vs. 0.3% ;  $p = 0.009$ ). Pour les patients présentant un score SYNTAX élevé ( $\geq 33$ ) et ayant bénéficié d'une revascularisation chirurgicale, les auteurs montrent une diminution des événements cardiovasculaires majeurs au terme du suivi (12.9% vs. 25.3% ;  $p = 0.04$ ). Pour les patients ayant un score SYNTAX  $< 33$ , ils retrouvent un taux de mortalité plus faible dans le groupe ATL (7.9% vs. 2.7% ;  $p = 0.02$ ) et aucune différence en termes de revascularisations répétées (11.4% vs. 14.3% ;  $p = ns$ ), suggérant ainsi un maintien de la supériorité de l'ATL sur la chirurgie en cas d'atteinte du TCG et de score SYNTAX faible ou intermédiaire.

D'autres données appuient ces résultats : une méta-analyse [24] de 10 études, incluant 2 études randomisées ainsi que l'étude de grande envergure MAIN-COMPARE registry, qui ne retrouve aucune différence en termes de mortalité et de critère composite (décès, IDM et AVC) à 3 ans de suivi, entre ATL et chirurgie. Les auteurs retrouvent 4 fois plus de revascularisations ultérieures dans le groupe ATL. Ces résultats se maintiennent à 5 ans [25].

### **3. En cas d'atteinte pluritronculaire :**

Une des principales études est l'étude BARI (Bypass Angioplasty Revascularisation Investigation), réalisée dans les années 90. Il s'agit d'une étude prospective randomisée, réalisée chez des patients pluritronculaires, dans le but d'étudier l'impact de la technique de la revascularisation myocardique (ATL ou PAC) sur la survie et les événements cardiovasculaires. Concernant les complications postopératoires, les auteurs mettent en évidence un taux d'IDM, d'insuffisance respiratoire aigue et de saignement plus important dans le groupe pontage, sans

pour autant constater un taux de décès significativement différent. Au terme du suivi à 5 ans quelque que soit le mode de présentation (angor stable ou syndrome coronarien aigu (SCA)) et la fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG), il n'y a pas de différence de survie entre le groupe PAC et le groupe ATL, chez les patients non diabétiques. On constate néanmoins un taux de revascularisations ultérieures (ATL ou PAC) plus important dans le groupe ATL [15].

Une seule étude a comparé les 3 versants du traitement de la coronaropathie : traitement médical optimal versus angioplastie versus chirurgie [16]. Il s'agit de l'étude MASS II (Five-

Year Follow-Up of the Medicine, Angioplasty, or Surgery Study).

Après 5 ans de suivi pour 611 patients, le critère composite principal étudié est la mortalité totale, l'IDM avec onde Q et les revascularisations ultérieures. Les auteurs ne retrouvent pas de différence significative entre traitement médical optimal et ATL (respectivement 36 versus 33 % ;  $p = ns$ ) mais constatent une différence significative en faveur de la chirurgie (21%) ( $p = 0.003$ ). Concernant les revascularisations coronaires répétées, la chirurgie donne de meilleurs résultats (4%), comparativement au traitement médical optimal (9%) et à l'ATL (11%) ( $p = 0.02$ ).

L'étude SYNTAX (The SYnergy between PCI with TAXus and Cardiac Surgery) reste une référence, puisqu'elle est l'étude la plus récente et intègre les techniques actuelles d'ATL (stent actif). Elle inclue l'ensemble des patients se présentant avec une atteinte tritronculaire ou du tronc coronaire gauche (TCG). Le suivi est réalisé sur 5 ans. Elle s'appuie sur une étude randomisée de 1800 patients et un registre de

1077 patients traités par PAC (lésions complexes inéligibles à l'ATL) et de 198 patients traités par ATL (risque chirurgical trop élevé).

A 1 an, le critère primaire composite étudié est : la mortalité totale, l'IDM, les AVC et les revascularisations ultérieures. Les auteurs montrent une différence significative en faveur de la chirurgie (12.4% versus 17.8% ;  $p < 0.002$ ).

Les résultats à 2 ans montrent un avantage significatif pour la chirurgie concernant les événements cardio-vasculaires majeurs et AVC (16.3% vs 23.4% ;  $p < 0.001$ ).

En prenant l'ensemble des 1665 patients avec atteinte tritronculaire (1095 dans l'essai randomisé et 570 dans le registre), de meilleurs résultats sont mis en évidence chez les patients pontés avec un score SYNTAX  $> 22$  (79 % des patients avec atteinte tritronculaire). Ces résultats sont concordant avec de précédentes études [17–21] rapportant une meilleure survie et une diminution des revascularisations ultérieures chez les patients pontés comparativement aux patients stentés, en cas d'atteinte coronarienne pluritronculaire . Il y a plus de 15 essais randomisés comparant l'ATL à la chirurgie dans l'atteinte pluri tronculaire [22].

La méta-analyse de ces essais cliniques met en évidence une diminution du taux de revascularisation dans le groupe de patients traités par chirurgie, sans toutefois de réel bénéfice sur la survie, à l'exception des patients âgés de plus de 65 ans et des patients diabétiques [23].

**Tableau 1** : indications d'une revascularisation coronarienne par PAC ou par ATL en cas de coronaropathie stable

Lésions anatomiques	En faveur du PAC	En faveur de l'ATL
Mono ou bitronculaire sans atteinte de l'IVA proximale	II b C	I C
Monotronculaire avec Atteinte de l'IVA proximale	I A	I A
Bitronculaire avec atteinte de l'IVA proximale	I B	I C
TCG , score SYNTAX $\leq$ 22	I B	I B
TCG ,score SYNTAX 23-32	I B	II a B
TCG , score SYNTAX $>$ 32	I B	III B
Lésions tritronculaires, score SYNTAX $\leq$ 22	I A	I B
Lésions tritronculaires, score SYNTAX 23-32	I A	III B
Lésions tritronculaires, score SYNTAX $>$ 32	I A	III B

**Tableau 2 :Classes et Niveaux d'évidence des recommandations**

CLASSE	DEFINITION
<b>I</b>	Preuve et/ou accord général que le traitement ou la procédure est bénéfique, utile et effective
<b>II</b>	Preuve contradictoire et/ou divergence d'avis en ce qui concerne l'utilité/efficacité du traitement ou de la procédure
<b>IIa</b>	Poids de la preuve/avis en faveur de l'utilité/efficacité
<b>IIb</b>	Utilité/efficacité moins bien établie par la preuve/avis
<b>III</b>	Preuve ou accord général que donner le traitement ou réaliser la procédure n'est pas utile ou efficace et dans certains cas peut être délétère
NIVEAU D'EVIDENCE	
<b>A</b>	Données issues de multiples études randomisées ou de méta-analyses
<b>B</b>	Données issues d'une seule étude randomisée ou d'études non randomisées puissantes
<b>C</b>	Consensus d'avis d'expert et/ou études de faible puissance, rétrospectives ou registres

## **B. En cas de SCA non ST+ :**

Il n'existe pas d'étude randomisée comparant l'ATL et le PAC dans le SCA non ST+.

Chez les patients stables après un épisode de SCA, le choix de la revascularisation peut être fait de façon similaire aux patients coronariens stables [26].

En cas de SCA non ST+, la coronarographie montre dans approximativement 1/3 des cas, une lésion unique accessible à une ATL per procédurale, dans 50 % des cas on retrouve une atteinte pluritronculaire [27, 28] et la décision est alors plus complexe. Il y a plusieurs stratégies de revascularisation possibles : l'ATL de la lésion coupable, les ATLs multiples, le PAC ou la revascularisation combinée (hybride).

Le choix de la stratégie de revascularisation doit alors se faire en fonction du statut clinique, de la sévérité de la coronaropathie, de la distribution des lésions ainsi que de leurs caractéristiques.

Le PAC a été comparé à l'ATL dans l'étude ACUITY (the Acute Catheterization and Urgent Intervention Triage strategy trial) [29] chez des patients avec atteinte pluritronculaire (étude rétrospective avec appariement par score de propension). Les patients traités par ATL ont un taux d'AVC, d'IDM, de saignement et d'insuffisance rénale post-opératoire plus bas, la mortalité à 1 mois et à 1 an est identique. Les auteurs retrouvent un taux significativement plus important de revascularisations non planifiées à 1 mois et à 1 an.

A noter, que seulement 43 % des patients pontés sont appareillés et qu'il y a une forte tendance pour la diminution des événements cardio-vasculaires majeurs à 1 an en faveur du groupe revascularisation chirurgicale (25% vs 19.5 % ; p = ns).

Ces résultats sont concordant avec ceux de SYNTAX, qui a inclus 28.5% de patients avec SCA non ST+ [1].

Les recommandations actuelles précisent donc les points suivants [26]:

- il n'est pas obligatoire de mener une discussion médico-chirurgicale quand la revascularisation de la lésion coupable peut être réalisée immédiatement.

- cependant des protocoles basés sur le score SYNTAX devraient être écrits dans chaque centre, basés sur des critères anatomiques des lésions et sur le statut clinique du patient [30]. Ainsi, après le traitement de la lésion coupable, la stratégie thérapeutique concernant les patients avec un score SYNTAX élevé devrait être discutée lors de réunion pluridisciplinaire prenant en compte l'évaluation fonctionnelle des lésions et les comorbidités des patients.

Concernant le délai à respecter entre l'événement ischémique initial et la chirurgie, il n'existe pas d'étude randomisée. En l'absence de preuves scientifiques solides, le consensus est d'attendre au minimum 48 à 72 h avant de revasculariser par chirurgie le reste des lésions.

En effet il semblerait que le bénéfice de la revascularisation chirurgicale soit plus important après quelques jours de stabilisation médicale.

Dans une large base de données de patients admis pour SCA l'efficacité et la sécurité de la revascularisation chirurgicale précoce est associée à un taux de mortalité hospitalière très bas [32]. Dans l'étude CRUSADE et ACTION [33], les auteurs ne retrouvent pas de différence entre revascularisation chirurgicale précoce (< 48 h) et retardée (> 48h). Cependant, les patients à plus haut risque étaient opérés avec un délai plus long.

Dans le processus de décision, il est important de prendre en compte le risque hémorragique qui est augmenté par les traitements antiagrégants et anticoagulants reçus en préopératoire [34–36]. Ces traitements ne doivent être considérés que comme une contre-indication relative à une revascularisation précoce et des mesures pour minimiser ces risques doivent être prises (chirurgie à coeur battant, technique d'autotransfusion et transfusion plaquettaire).

Les recommandations actuelles [26], résumée dans le tableau 2, précisent les points suivants :

- doivent être pris en compte l'état clinique et hémodynamique, la symptomatologie, l'anatomie coronaire.
- en cas d'arythmie ventriculaire, de défaillance hémodynamique, d'ischémie récurrente, la chirurgie doit être réalisée sans délai.
- celle-ci doit être réalisée avant la sortie de l'hôpital en cas d'atteinte du TCG, d'atteinte tritronculaire incluant l'IVA proximale.

**Tableau 3:** recommandations pour l'évaluation invasive et la revascularisation en cas de SCA non ST+

Recommandations	Classe	Niveau
<p>Une stratégie invasive (dans les 72 h après la première présentation) est indiquée chez les patients présentant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Au moins un critère de haut risque</li> <li>-Des symptômes récidivants</li> </ul>	I	A
<p>La stratégie de revascularisation (ATL de la lésion coupable, ATL multiple, PAC) doit être basée sur le statut clinique, la sévérité de l'atteinte, la distribution et la caractérisation angiographique des lésions (score SYNTAX)</p>	I	C

## **C. En cas de SCA ST+**

Un pontage en phase aiguë d'infarctus ne se justifie que chez les patients avec échec d'angioplastie primaire, ou d'une anatomie coronaire défavorable à l'angioplastie, et revascularisation chirurgicale possible dans les 3-4 premières heures afin d'éviter l'évolution d'une zone ischémique très étendue vers la nécrose.

Chez les patients stables sur le plan ischémique et hémodynamique, il est préférable d'attendre 3-7 jours, la mortalité opératoire étant plus élevée en cas d'intervention plus précoce. Les patients pluri-tronculaires revascularisés par angioplastie sur l'artère responsable de l'infarctus nécessitent une stratification du risque pour le choix du mode de revascularisation complémentaire sur les autres troncs. Le risque chirurgical est d'autant plus élevé que les patients sont âgés, avec dysfonction ventriculaire gauche et co-morbidité associées.

### **En pratique, L'indication chirurgicale s'impose :**

- Devant une sténose du tronc commun ou équivalent quelle que soit la symptomatologie.
- Devant une atteinte tritronculaire avec une mauvaise fonction ventriculaire gauche quelle que soit la symptomatologie.
- Devant une atteinte tritronculaire avec une ischémie trouvée résistante au traitement médical ou associée à une mauvaise fonction ventriculaire gauche qu'elle que soit la symptomatologie.

# SUITES POST-OPERATOIRES

➤ **SUITES HABITUELLES EN CHIRURGIE CORONAIRE :**

Les suites opératoires sont généralement simples en chirurgie coronaire et l'heure est au *fast-track*. Quatre-vingt dix pour cent des patients programmés séjournent moins de 24 heures en réanimation. Des protocoles d'anesthésie permettant le réveil et l'extubation précoces des patients ont réduit la durée de ventilation assistée à 4 heures postopératoires. L'alimentation par voie orale est reprise le soir même de l'intervention. Le système de drainage médiastinal est généralement enlevé le lendemain de l'intervention, la perfusion le jour suivant. Il n'est plus exceptionnel de signer une sortie du service d'hospitalisation dès le cinquième jour, la durée moyenne étant de 6 à 7 jours. Les programmes de réadaptation cardiovasculaire sont de plus en plus souvent réalisés en externe.

➤ **MORTALITÉ OPÉRATOIRE :**

La mortalité opératoire a progressivement diminué pendant les deux premières décennies de la chirurgie coronaire, descendant à des chiffres de l'ordre de 1 % pour réaugmenter secondairement au cours de la troisième décennie du fait de la gravité croissante des patients. Elle est actuellement de l'ordre de 3 % pour l'ensemble des opérés et reste entre 1 et 2 % pour les patients opérés en dehors de l'urgence. Les facteurs de mortalité sont :

- Les réinterventions : la mortalité opératoire des réinterventions reste deux à trois fois plus élevée que celle des primo-interventions, c'est-à-dire de 8 à 10%;
- La fonction ventriculaire gauche : la mortalité opératoire est d'autant plus importante que la FE est basse ; pour des FE inférieures à 30 %, la mortalité opératoire reste de l'ordre de 8 %

- L'urgence : l'instabilité de l'angor, les échecs d'angioplastie et a fortiori les infarctus en constitution sont grevés d'une mortalité nettement augmentée
- L'âge : la mortalité opératoire augmente avec l'âge, 5 % après 70 ans ;
- Le sexe : le risque opératoire est plus important chez les patients de sexe féminin, notamment du fait de la petitesse des artères coronaires ;
- La sévérité des lésions coronaires, notamment les lésions du tronc commun, les lésions tritronculaires mais aussi la qualité des avals coronaires (risque de mortalité plus important en cas d'endartériectomie coronaire de nécessité).

➤ **MORBIDITÉ :**

- **Infarctus périopératoire**

La fréquence des infarctus périopératoires, diversement appréciée selon les critères diagnostiques retenus, est de l'ordre de 5 % . Les principales causes sont : souffrance myocardique diffuse plutôt qu'un infarctus proprement dit) ; une occlusion aiguë de pontage ; une thrombose coronaire aiguë, des embolies coronaires ou un spasme sur un greffon artériel.

Ces infarctus périopératoires peuvent être, et c'est souvent le cas, cliniquement muets, de découverte enzymatique et électrique. Cependant, les infarctus périopératoires restent la cause principale de mortalité en chirurgie coronaire par bas débit et troubles du rythme induits. La mortalité opératoire en cas d'infarctus périopératoire est supérieure à 10 %.

- **complications hémorragiques:**

Présentes dans toute chirurgie cardiaque, les complications hémorragiques intéressent la chirurgie coronaire. Leur fréquence est de 1 à 3%. Leur origine peut être un défaut d'hémostase chirurgicale, un déficit d'hémostase biologique, une hypertension artérielle postopératoire. Le risque de cette complication, outre l'hémorragie en elle-même, est l'apparition d'un syndrome de tamponnade (le système de drainage pouvant devenir inopérant). La spécificité des complications hémorragiques lors de la chirurgie coronaire réside dans l'importance du nombre de sites de saignements chirurgicaux possibles (anastomoses multiples, prélèvements mammaires, clip sur les collatérales...) et sur le fait que de nombreux patients sont opérés sous anti-agrégants plaquettaires

- **troubles de rythme et conduction**

sont fréquents. Dix à 30 % des patients présentent un passage en fibrillation auriculaire. Cette AC/FA (arythmie complète par fibrillation auriculaire) survient le plus souvent vers le deuxième ou troisième jour après la CEC. Les principaux facteurs favorisants seraient :

- la réaction inflammatoire des oreillettes post-CEC et péricardique ;
- le type de cardioplégie ;
- une moins bonne protection auriculaire pendant le clampage.
- la présence d'un épanchement péricardique. Si son traitement ne diffère

Pas des AC/FA survenant dans d'autres situations, les bêtabloquants apparaissent bénéfiques dans la prévention.

- **Bas débit et défaillance myocardique**

De cause multifactorielle, ils sont le plus souvent dus à un défaut de protection myocardique, plus qu'à un infarctus péri-opératoire. Ils sont d'autant plus fréquents qu'il existe une dysfonction ventriculaire gauche préexistante. Leur survenue est souvent différée de 3 à 6 heures après le retour du patient en réanimation. L'équilibre hémodynamique et l'ETO précisent le diagnostic et surveillent l'évolution sous traitement médical, voire sous BCPIA.

- **Accidents neurologiques**

L'incidence des déficits neurologiques après chirurgie cardiaque est de 1 à 6 % [59]. La plupart des accidents sont de type ischémique, les accidents hémorragiques restant sous-tendus par un traitement anticoagulant excessif. Le taux est moindre pour la chirurgie coronaire que pour la chirurgie valvulaire mais les facteurs de risques sont identiques : patients âgés, antécédent neurologique, athérome aortique, dysfonction ventriculaire avec ou sans thrombus et enfin une certaine tolérance individuelle [59].

La seule conduite à retenir est une attitude préventive : assurer une hémodynamique correcte en per- et postopératoires immédiats ; CEC courtes, à haut débit, avec pression supérieure à 80 mmHg et légère hypothermie ; diminuer la pression lors du clampage aortique ; effectuer les anastomoses proximales lors du clampage aortique complet pour minimiser les manipulations aortiques ; traitement des lésions carotidiennes premières ou dans le même temps, mobilisation minimale des aortes suspectes ou des sujets âgés.

- **Médiastinite**

Cette complication est rare, de 1 à 4%, mais grave puisque la mortalité dans ce groupe est de 20 à 25 %. Les facteurs de risque de la médiastinite sont le

prélèvement bimammaire, le diabète, l'obésité, les réinterventions, la durée et la complexité du geste opératoire. La spécificité de la chirurgie coronaire vis-à-vis de la médiastinite est représentée par une fréquence accrue lors de prélèvements bimammaires. Le prélèvement d'une manière squelettique des artères mammaires pourrait diminuer ce risque.

- **Complications pulmonaires**

Il peut s'agir d'oedème aigu du poumon, d'atélectasie, de surinfection bronchique, de pneumopathie infectieuse et d'épanchements pleuraux. Elles sont notamment fréquentes en présence d'une bronchopneumopathie obstructive ; c'est dire l'importance d'une kinésithérapie pré- et postopératoire, de la levée en peropératoire de toute bande d'atélectasie par la reprise sous contrôle visuel de la ventilation en fin d'intervention, de l'importance d'une toux efficace favorisée par un contrôle de la douleur postopératoire. Une des spécificités de la chirurgie coronaire vis-à-vis des complications pulmonaires est le risque d'atteinte du ou des nerfs phréniques, notamment lors des prélèvements mammaires.

- **Complications digestives**

Le patient coronarien polyathéromateux présente un risque accru d'ischémie mésentérique lors de tout bas débit per- ou postopératoire. La survenue d'une telle complication est favorisée par la présence de sténose des artères et/ou des suppléances mésentériques. Même non définitives, n'aboutissant pas à un infarctus mésentérique constitué, ces ischémies n'en demeurent pas moins graves par les phénomènes de translocations microbiennes qu'elles induisent.

➤ **RESULTATS A LONG TERME :**

Résultats à long terme : ils sont fonction :

De la sévérité de l'atteinte cardiaque préopératoire.

De la qualité de la revascularisation chirurgicale.

De la progression de la maladie athéromateuse.

Des pathologies non cardiaques associées.

**Espérance de vie** : l'augmentation de l'espérance de vie des patients après chirurgie est d'autant plus manifeste que l'atteinte coronarienne et ventriculaire est sévère, ce qui correspond aux indications non discutées de revascularisation chirurgicale : sténose du tronc commun ou équivalent, lésion tri-tronculaires, lésions bi-tronculaires avec atteinte de l'IVA proximale, altération de la fonction ventriculaire gauche.[85]

La survie à long terme dépend également de la perméabilité des greffons utilisés.

La présence de l'AMIG sur l'IVA est le principal facteur améliorant la survie. Le bénéfice d'une revascularisation myocardique utilisant les deux AMI est désormais démontré pour des suivis au-delà de 8 ans. [86 ,87]

Qualité de vie les bénéfiques de la revascularisation chirurgicale sur la qualité de vie des patients sont manifestes. Sont considérés comme indice d'efficacité : L'évolution de la symptomatologie fonctionnelle.

L'évolution de la fonction ventriculaire.

La reprise d'une activité professionnelle.

Le taux de ré-hospitalisation en milieu cardiologique

La symptomatologie fonctionnelle : à 1 an, 80% des patients sont asymptomatiques, 96% sont améliorés.

La fonction ventriculaire : la revascularisation myocardique chirurgicale permet une récupération de certains troubles de la contractilité segmentaire.

**Récidive angineuse** : le taux de récidive angineuse après chirurgie coronaires est de 3 à 7% par an. A 5ans, 17 à 35% des opérés présenteraient à nouveau des manifestations angineuses. Ces chiffres sont issus de séries anciennes dans lesquelles les pontages étaient essentiellement réalisés à l'aide de greffon saphène. L'athérosclérose des greffons représente la première cause de récidive angineuse, ces données ne peuvent que souligner l'importance de l'utilisation de greffons artériels lors de l'intervention initiale, l'importance de la prise en charge des facteurs de risque de la maladie coronaire en postopératoire, et , et l'importance d'un suivi médical continu des patients opérés.[88]

# **MATERIEL ET METHODES**

## **I. PATIENTS :**

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur 60 patients opérés pour un pontage aorto-coronaire sous CEC colligés au service de CCV CHU Hassan II de Fès, pour une période de 5 ans allant de janvier 2010 au juillet 2015.

## **II. METHODES D'ETUDE :**

Ont été exclues de cette étude, tous les patients ayant bénéficié d'un geste associé (plastie ou remplacement valvulaire, revascularisation carotidienne, résection anévrysmale,...) ou opérés « à coeur battant » avec ou sans CEC.

Les données ont été recueillies à partir des dossiers cliniques et des comptes rendus opératoires.

Chaque patient a fait l'objet d'une fiche d'exploitation pré-établie comprenant les données des examens cliniques et paracliniques, la prise en charge opératoire et les suites chirurgicales.

### **1. Données Cliniques**

Pour les données pré-opératoires cliniques, nous avons relevé :

Facteurs de risque cardiovasculaires

Les antécédents médico-chirurgicaux notamment coronariens (angor ou d'infarctus du myocarde, accident vasculaire cérébral, angioplastie coronaire);

Le motif d'hospitalisation

Les symptômes à savoir la douleur angineuse, la dyspnée et des signes d'autres localisations athéromateuses ;

Les pathologies associées.

### **2. Données paracliniques**

Tous les patients ont bénéficié d'un électrocardiogramme de repos et d'une radiographie pulmonaire de face. Ils ont tous eu une échocardiographie trans-thoracique qui a permis de relever les données suivantes :

Le retentissement sur les cavités cardiaques ;

La contractilité du ventricule gauche segmentaire et globale ,fraction d'éjection du ventricule gauche.

Tous les patients ont bénéficié d'une coronarographie

ETSA

### **3. Données opératoires**

Nous avons noté les voies d'abord chirurgicales, le type des greffons, la conduite de la circulation extracorporelle et de la protection myocardique, les gestes effectués et les drogues utilisées.

Techniques chirurgicales

La voie d'abord principale est la sternotomie médiane verticale, dans un second temps, prélèvement des greffons artériels et veineux. Mise en place de la circulation extracorporelle conventionnelle, avec canulation artérielle au pied du tronc artériel brachio-céphalique et canulation veineuse atriocave. La protection myocardique s'est effectuée en hypothermie modérée (entre 30 et 32 degrés Celsius) avec infusion antérograde de cardioplégie cristalloïde ou sanguine. Le geste effectué a consisté en :

- \* Un mono pontage
- \* Un double pontage ;
- \* Ou un triple pontage
- \* Quadriple pontage.

### Utilisation de drogues vasopressives

La dobutamine et la noradrénaline ont été utilisés dans quelques cas à la sortie du CEC .

#### **4. Données post-opératoires**

Nous avons noté le délai d'extubation et la durée du séjour en réanimation et d'hospitalisation. Nous avons également noté : l'évolution de la troponine, le saignement, les remaniements électriques, la FE post-opératoire et les complications survenues pendant l'hospitalisation. Le recul est relevé en nombre de mois et les renseignements cliniques postopératoires ont été recueillis soit lors des consultations de contrôle ou par contact téléphonique.

#### **5. Données statistiques**

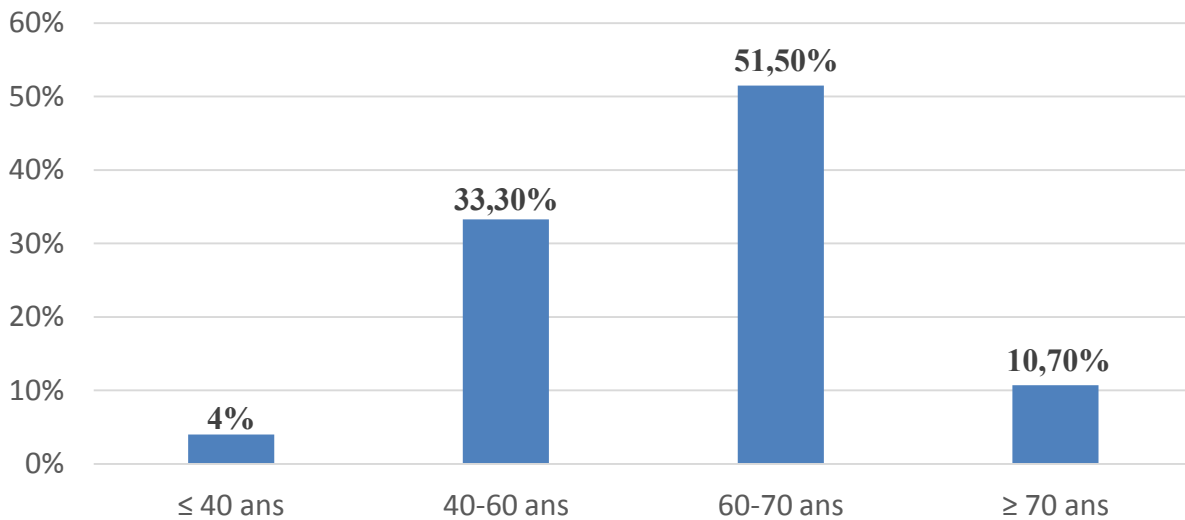
L'analyse statistique des données recueillies a été faite à l'aide du logiciel SPSS et les résultats obtenus ont été exprimés en pourcentage et en moyennes +/- déviations standard. Les résultats ont été résumés dans des diagrammes récapitulatifs.

# RESULTATS

## I. DONNÉES EPIDEMIOLOGIQUES :

### 1. Répartition selon l'âge

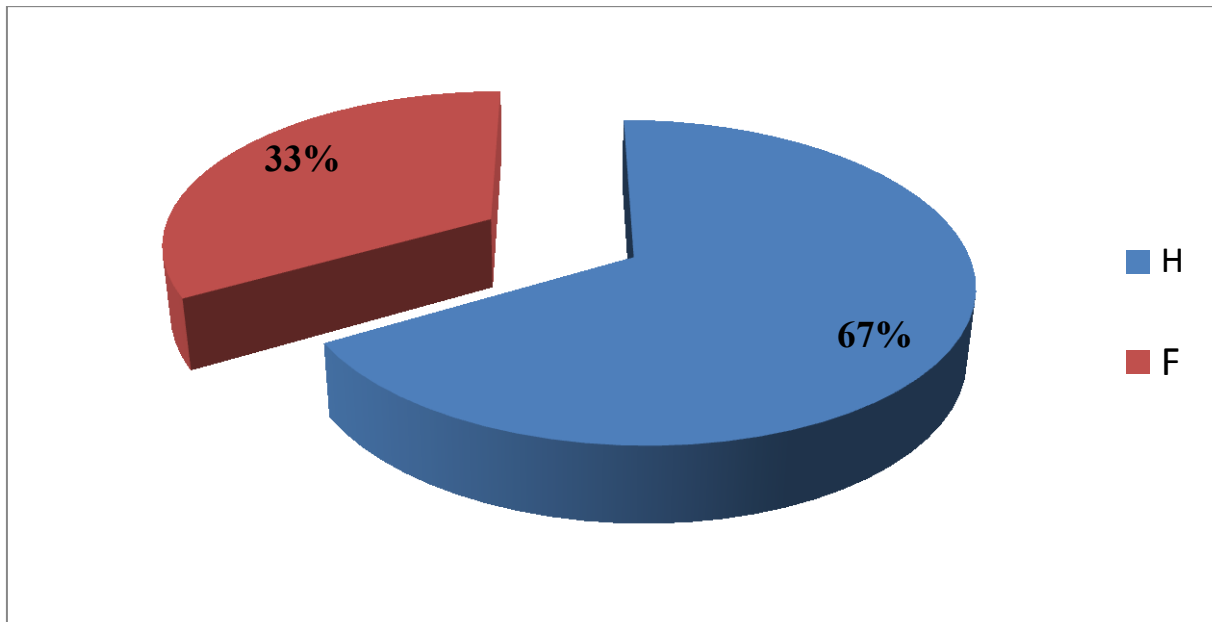
L'âge moyen des patients était de 57 ans avec un écart-type de  $\pm 9,26$  et des extrêmes allant de 22 ans à 73 ans. On note une prédominance de la tranche d'âge de 60-70ans.



Graphique 1 : Répartition des malades selon les tranches d'âge

### 2. Répartition selon le sexe :

On note une prédominance masculine 40 hommes (66.6%) contre 20 femmes (33.3%), ce qui est considéré comme une supplémentation d'un facteur de risque cardiovasculaire chez les patients de cette série.



Graphique 2 : répartition des cas en fonction du sexe

## II. DONNÉES CLINIQUES :

### 1. facteurs de risque cardiovasculaire :

Il faut noter que les facteurs de risques cardiovasculaires étaient dominés par :

**Diabète** : de type II est retrouvé avec une fréquence de 50%

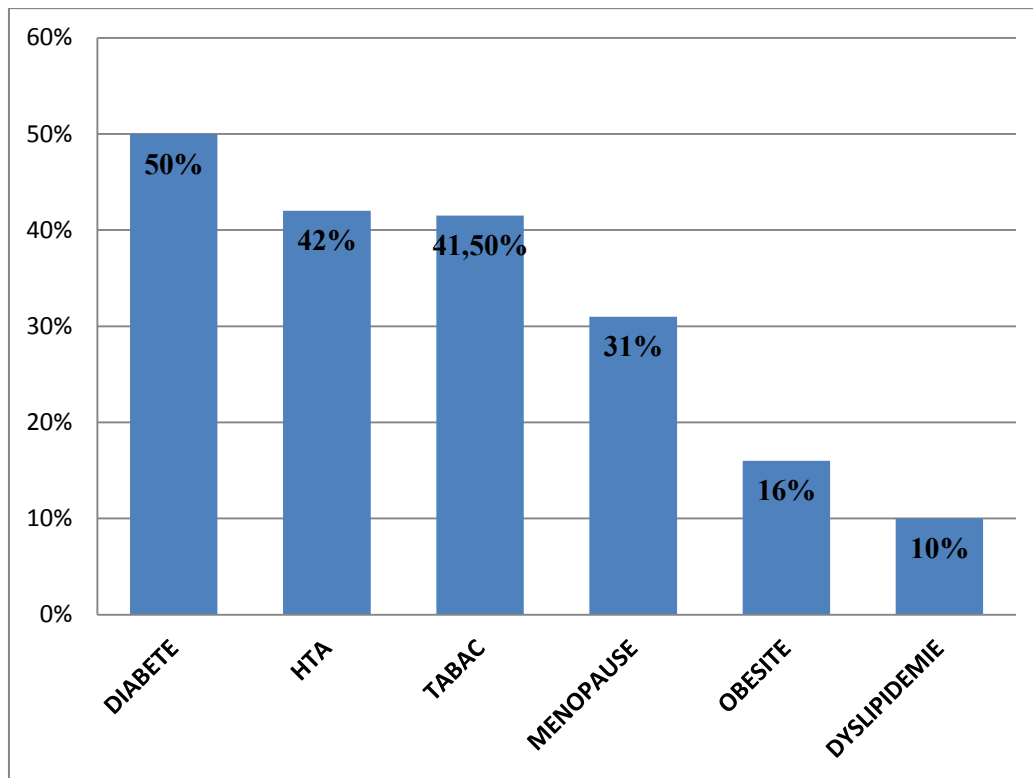
**HTA** : retrouvée avec une fréquence de 42%

**Tabac** : 41.5% des patients sont tabagiques et sont tous de sexe masculin.

**Ménopause** : retrouvée avec une fréquence de 31%

**Obésité** : retrouvée avec une fréquence de 16%

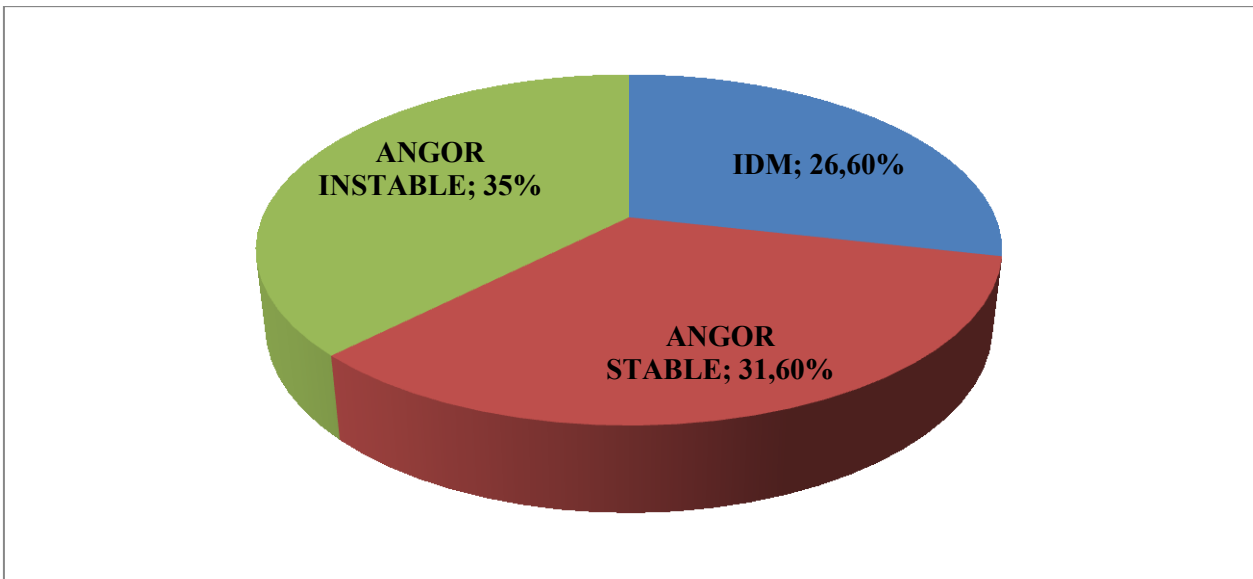
**Dyslipidémie** : retrouvée avec une fréquence de 10%



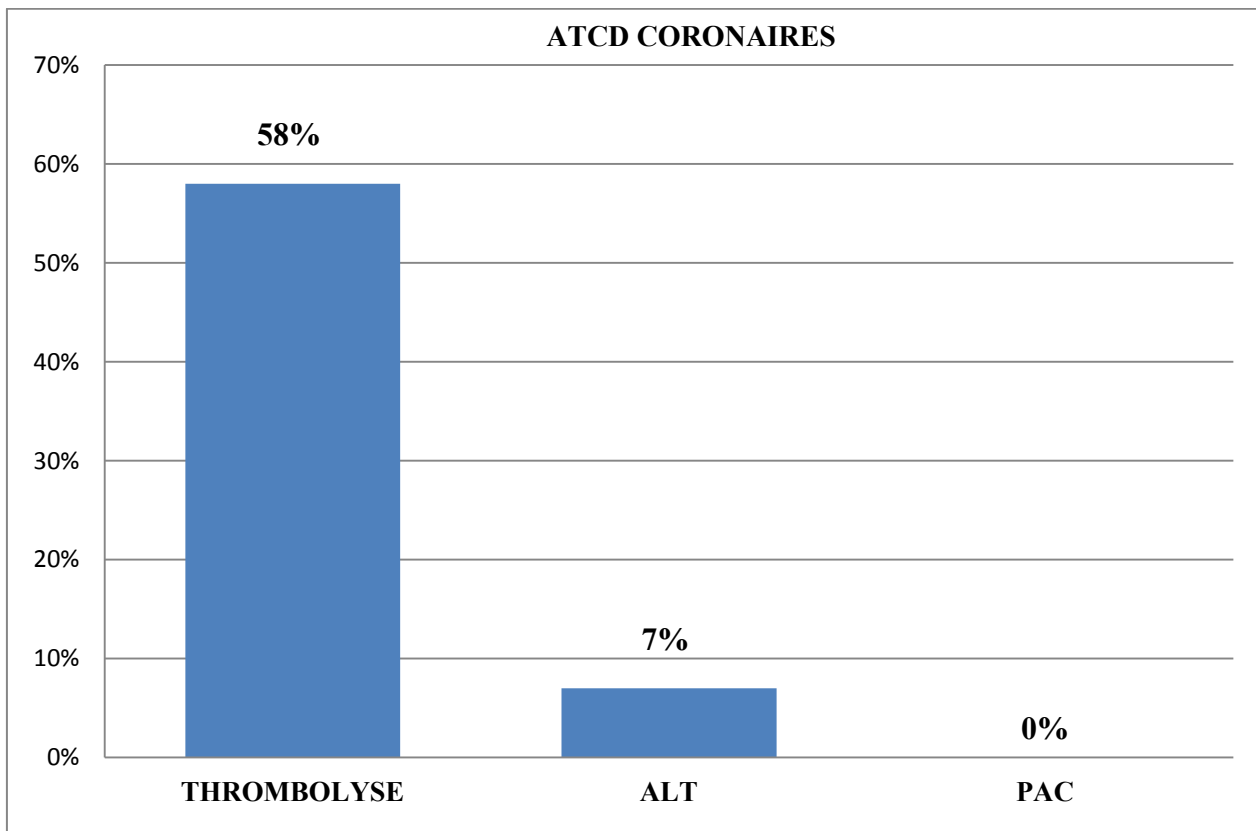
Graphique 3 : Répartitions des facteurs de risque cardiovasculaires

## 2. ATCD coronaires :

- Dans notre série, 16 patients soit 26.6% avaient présenté un IDM dont 58% ont bénéficié d'une thrombolyse avant la 6ème heure avec des suites simples en attente d'une revascularisation chirurgicale myocardique programmée et 7% d'une angioplastie préalable.
- L'antécédent d'angor est présent chez 40 patients dont 21(35%) avaient un angor instable et dix neuf (31.6%) patients avaient un angor stable.



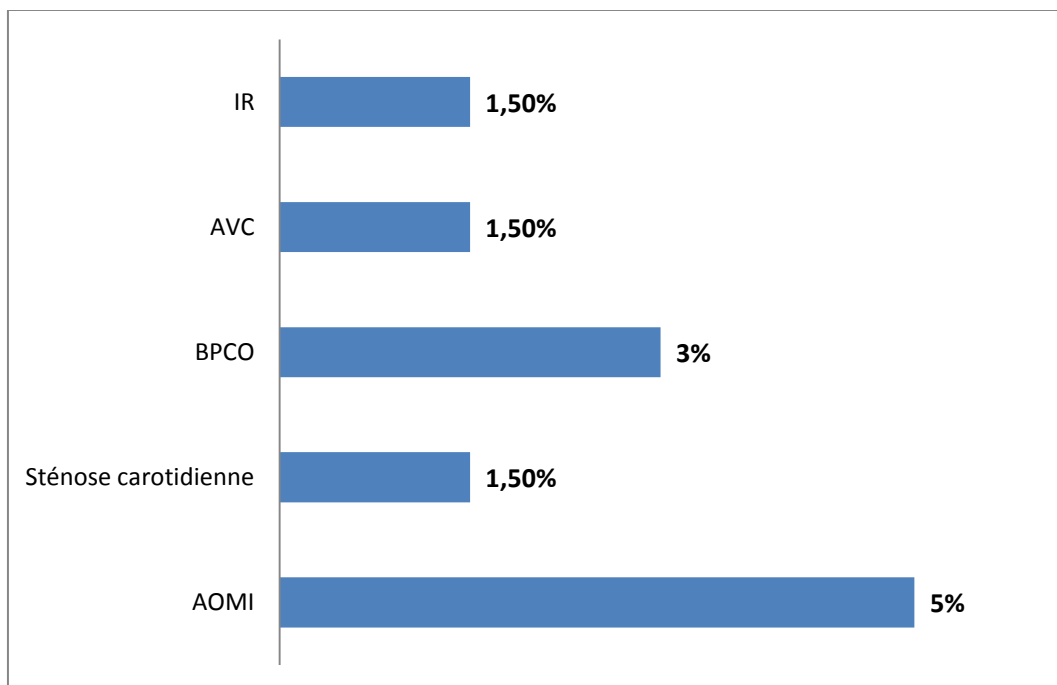
Graphique 4 : ATCD coronaires



Graphique 5 :ATCD coronaires

### 3. ATCD liés au terrain :

- Artériopathies oblitérantes des membres inférieurs (AOMI) : 3 cas
- Bronchopneumopathie chronique obstructive(BPCO) : 2 cas
- Sténose carotidienne : 1 cas
- Insuffisance rénale : 1 cas
- Accident vasculaire cérébrale (AVC) : 1 cas



Graphique 6 :ATCD liés au terrain

### 4. AUTRES ATCD :

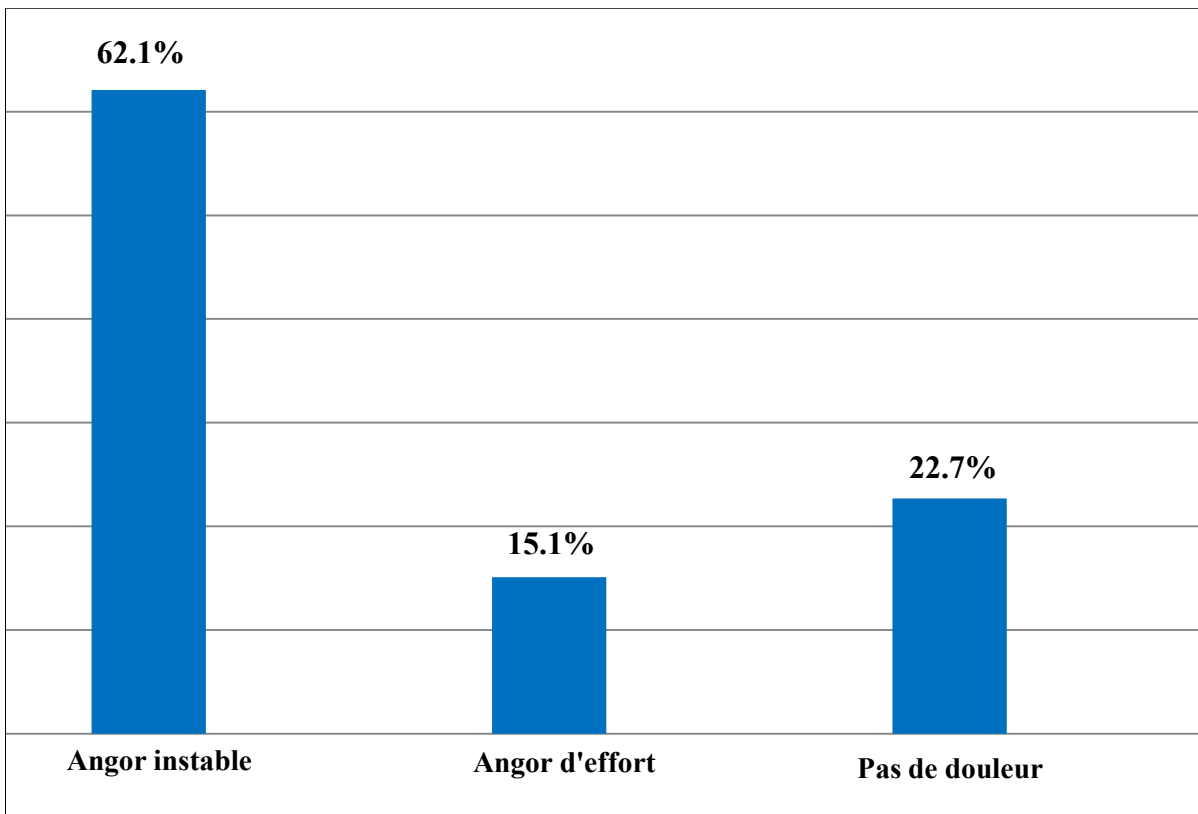
- ❖ maladie de behçet: 01 cas.
- ❖ hypercholestérolémie familiale: 01 cas.
- ❖ anévrisme de l'aorte abdominal (chirurgie ulériure): 01 cas.

## 5. SIGNES FONCTIONNELS ET PHYSIQUES:

### 5.1. L'angor :

L'angor comme signe phare de l'ischémie myocardique est présent chez 77.3% de notre population coronaire.

- 37 patients (62,1%) avaient un angor instable,
- 9 patients (15.1%) avaient un angor d'effort,
- 14 patients (22.7%) ne présentaient pas de douleurs thoraciques.



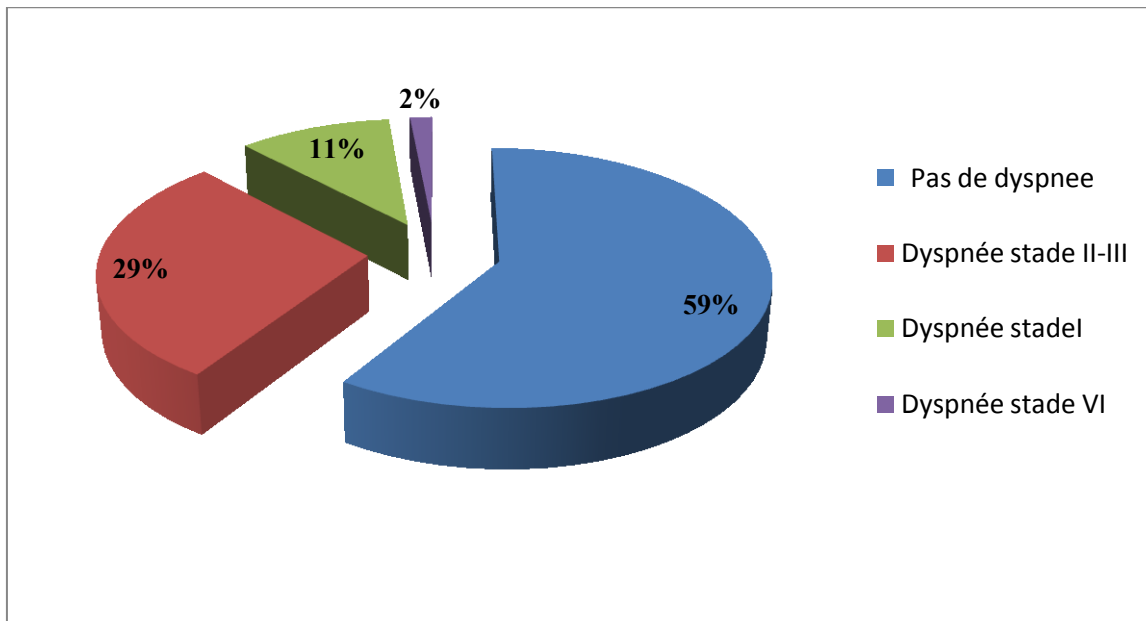
Graphique 7 : Répartition des patients selon la douleur angineuse :

### 5.2. La dyspnée :

La majorité des patients (59.1 %) ne présentaient pas de dyspnée,

- 17 patients (28.8 %) avaient une dyspnée stade II et III
- 6 patients (10.6%) avaient une dyspnée de I.

- Un seul patient (1.5%) avait une dyspnée de VI.



Graphique 8 : Le type de la dyspnée retrouvée chez nos patients

### 5.3. Examen clinique :

Les anomalies mises en évidence lors de l'examen clinique sont : un seul cas de souffle carotidien et deux cas avec souffle fémoral, 3 cas de rales sibilants et 4 cas de rales crépitants, 1 cas d'xanthème cutané.

## III. EXPLORATIONS PARACLINIQUES :

### 1. Electrocardiogramme de repos (ECG):

L'ECG a inscrit un RRS chez tous les patients.

Les troubles de repolarisations ont été retrouvés avec prédominance de l'onde Q de nécrose au niveau territoire antérieur (14%) , inférieur (9%) et lateral (1.7%) . des signes d'ischémie au niveau antérieur (20%) ,territoire inférieur (10%) et lateral (4.5%).

2 patients (3.33%) avaient un BAV et 3 patients (5%) avaient un bloc de branche gauche (BBG).

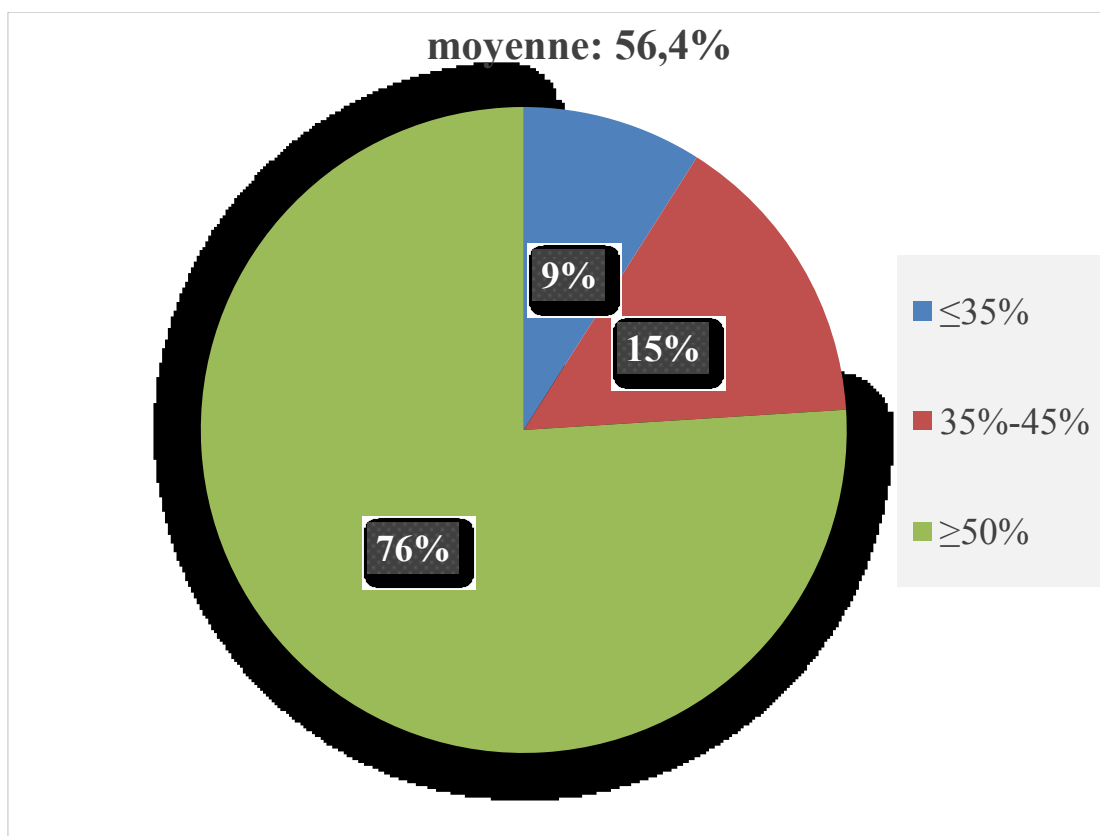
Vingt et un patients (35%) avaient un électrocardiogramme de base normal.

## **2. Radiographie pulmonaire :**

- L'index cardio-thoracique moyen était de 0,481 (0,45-0,6).
- 25 patients (41.6%) avaient une cardiomégalie.
- Vingt et un patients (35%) avaient une surcharge hilare bilatérale.

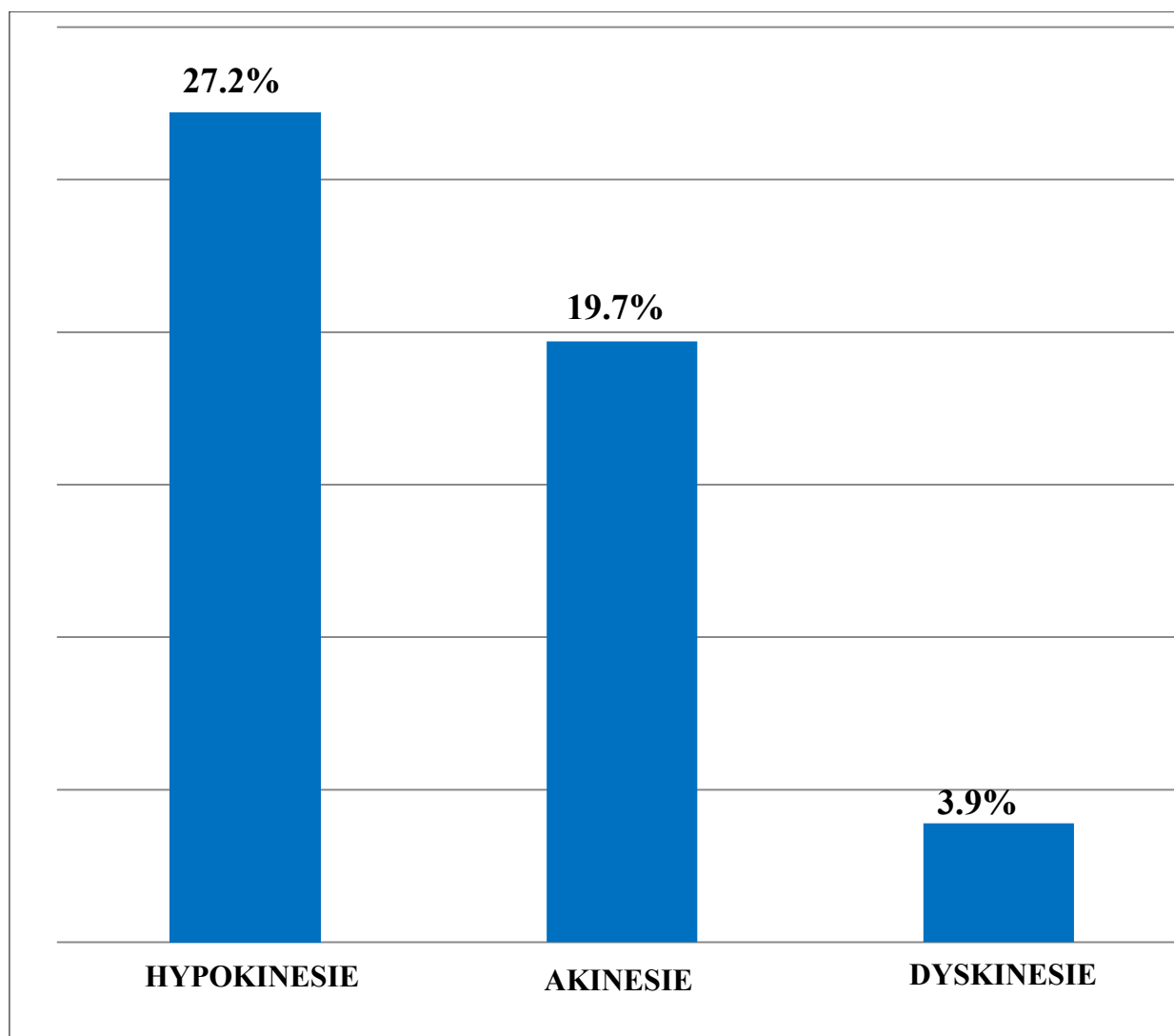
## **3. Echocardiographie transthoracique ( ETT ):**

- L'ETT faite chez tous nos patients a montré une fraction d'éjection ventriculaire gauche (FE) moyenne de 56.4 % (28-75%).
- 45 patients (76%) avaient une FE conservée
- 15 (24%) patients avaient une dysfonction VG (FE < 50%) dont 6 (9%) ont une FE ≤ 35% .



Graphique 9 : Fonction systolique du VG

Comme trouble de la cinétique segmentaire, l'ETT a révélé une hypokinésie, une akinésie et une dyskinésie chez respectivement 16 (27.2%), 12 (19.7%) et 3 (3.9%) patients.



Graphique 10:troubles de la contractilité segmentaire

#### 4. Echodoppler artériel des TSA et MI :

Réalisé dans le cadre du bilan d'extension de la maladie coronaire.

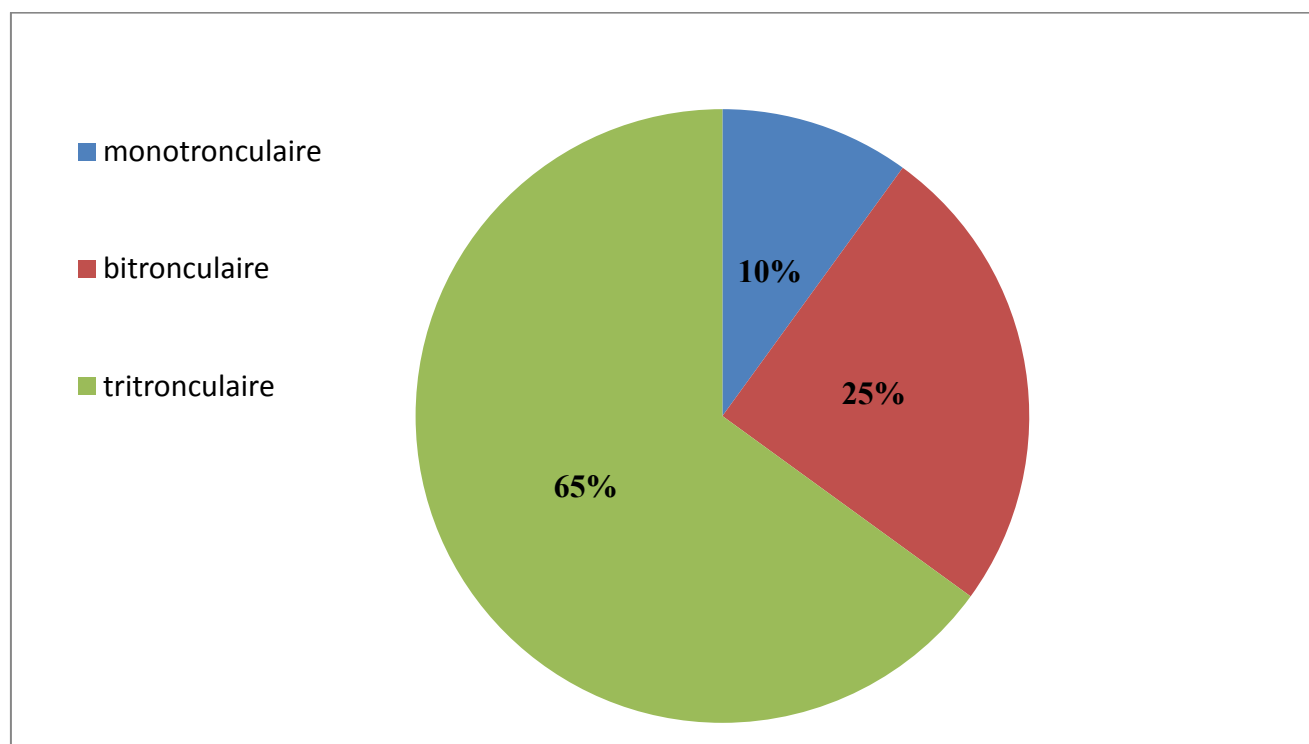
40 de nos malades ont bénéficiés d'une ETSA, elle a objectivé :

- une surcharge athéromateuse diffuse sans retentissement hémodynamique chez 27 patients soit 40.9% .
- 13 patients avaient une ETSA normale

Echodppler des MI : réalisé chez 23 malades objectivant une sténose non significative.

## 5. Coronarographie :

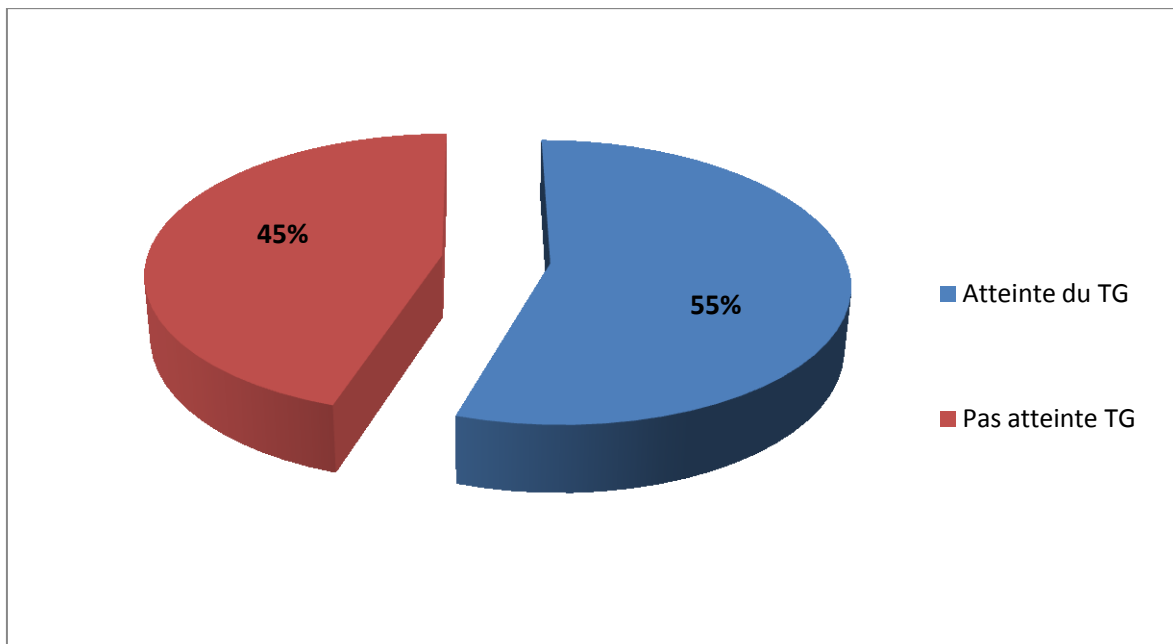
La coronarographie a été réalisée chez tous les patients. La coronaropathie était tritronculaire, bitronculaire ou monotronculaire chez respectivement 39 (65%), 15 (25%) et 6 (10%) patients.



**Graphique 11: Nombre d'artères touchées.**

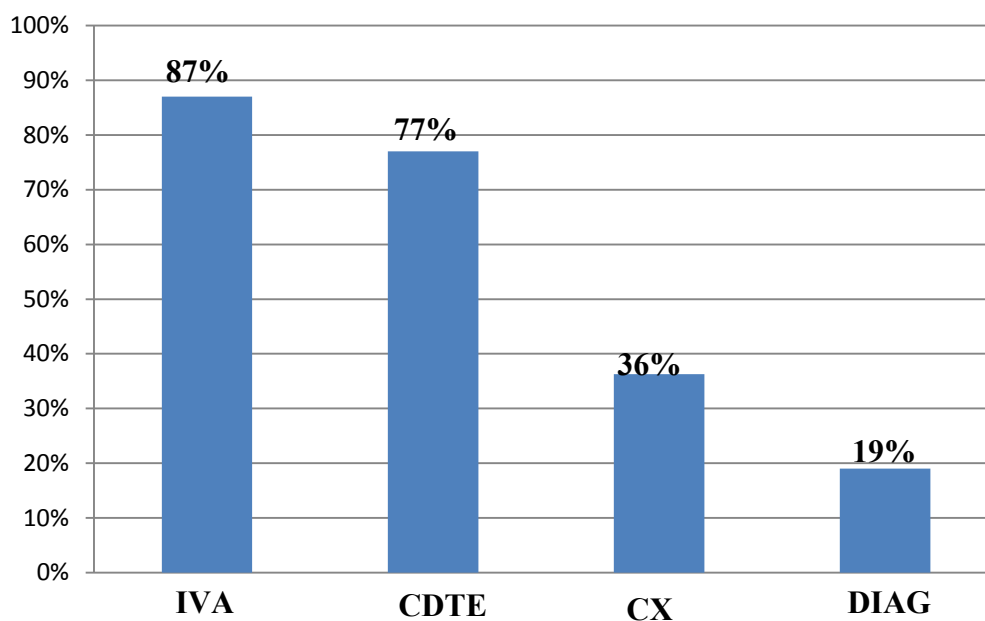
Atteinte du TCG :

- 33 patients (54%) présentant une sténose du TCG
- 27 patients (45%) sans atteinte du TCG



**Graphique 12 : Répartition des patients selon l'atteinte du TCG**

- 52 patients ont présenté une sténose de l'IVA (87%) avec une atteinte de la diagonale dans 19% (11 cas).
- La coronaire droite était atteinte dans 77% des cas (46 cas), la circonflexe dans 36% (21 cas) .



**Graphique 13 : Répartition des lésions coronaires**

## **IV. CHIRURGIE :**

Avant la chirurgie tous nos patients étaient sous traitement médical associant obligatoirement un antiagrégant plaquettaire, un bêta bloqueur, une statine et un IEC.

### **1. Délai opératoire :**

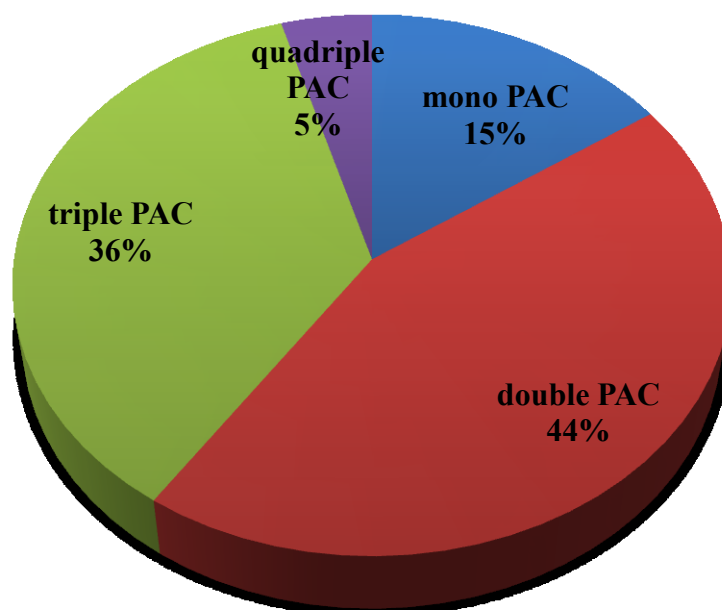
Tous les patients sont opérés de façon élective au-delà de 48 heures.

### **2. La technique opératoire :**

#### **2.1. Le nombre de PAC réalisé :**

Le nombre de PAC était en moyenne de  $2,36 \pm 0,77$  PAC (1-4 PAC) par malade opéré avec un total de 141 PAC réalisé.

- un mono pontage :15% (9cas) ;
- Double pontage :44% (27cas) ;
- Triple pontage : 36% (21cas).
- Quadruple pontage : 5% (3cas)



Graphique 14: Répartition des patients selon le nombre de PAC réalisés

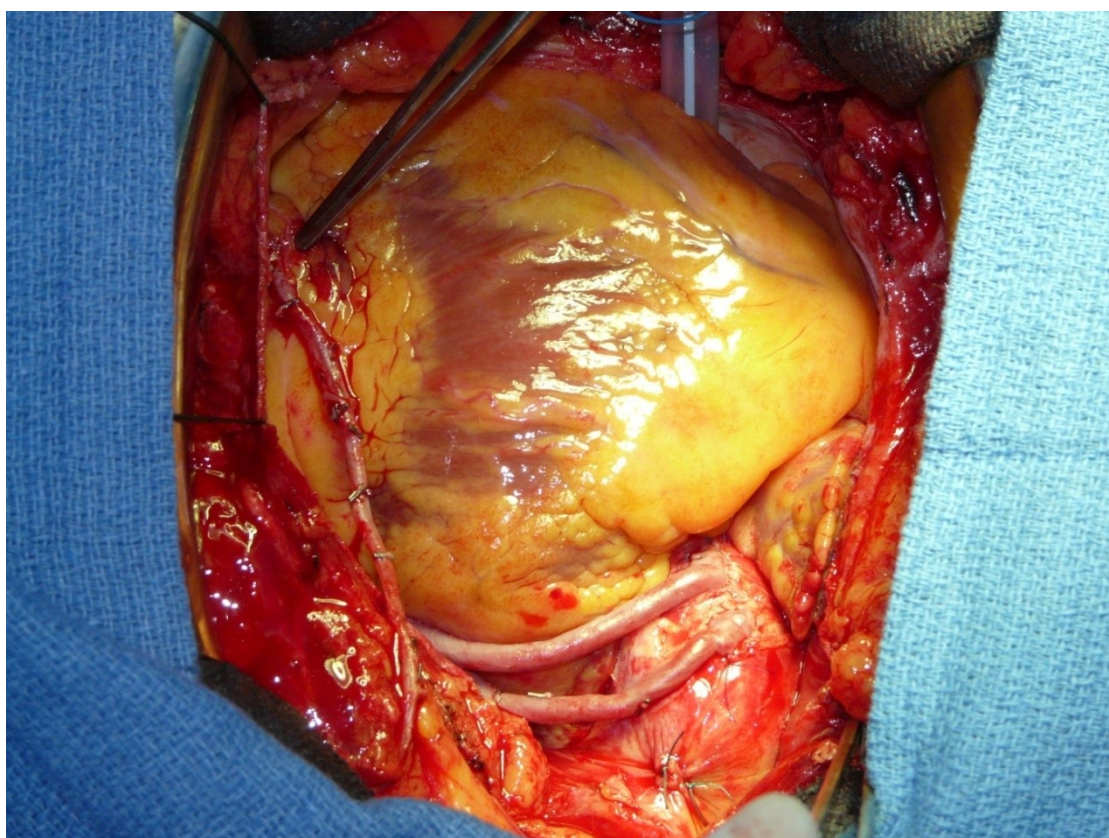


Figure 31 :triple PAC utilisant AMIG sur l'IVA et VSI sur deux branches marginales.

Service de CCV, CHU Hassan II, Fès. Pr.M. Messouak.

## 2.2. .Les greffons utilisés :

- Le pontage de l'AMIG a été réalisé sur l'IVA (95.5%), la Dg (4.5%).

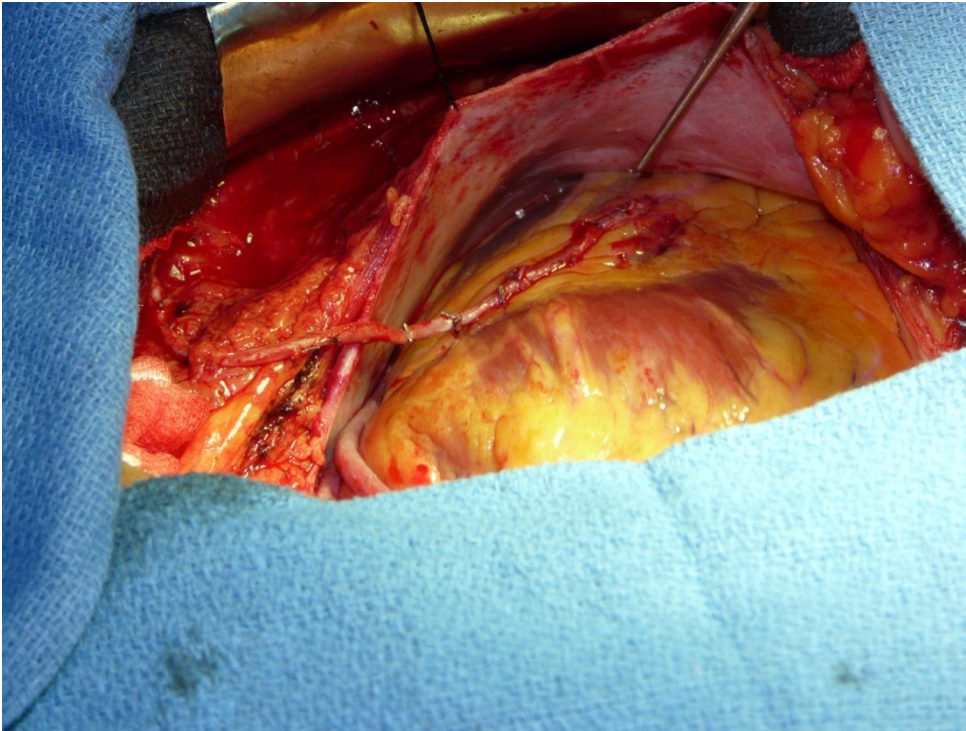
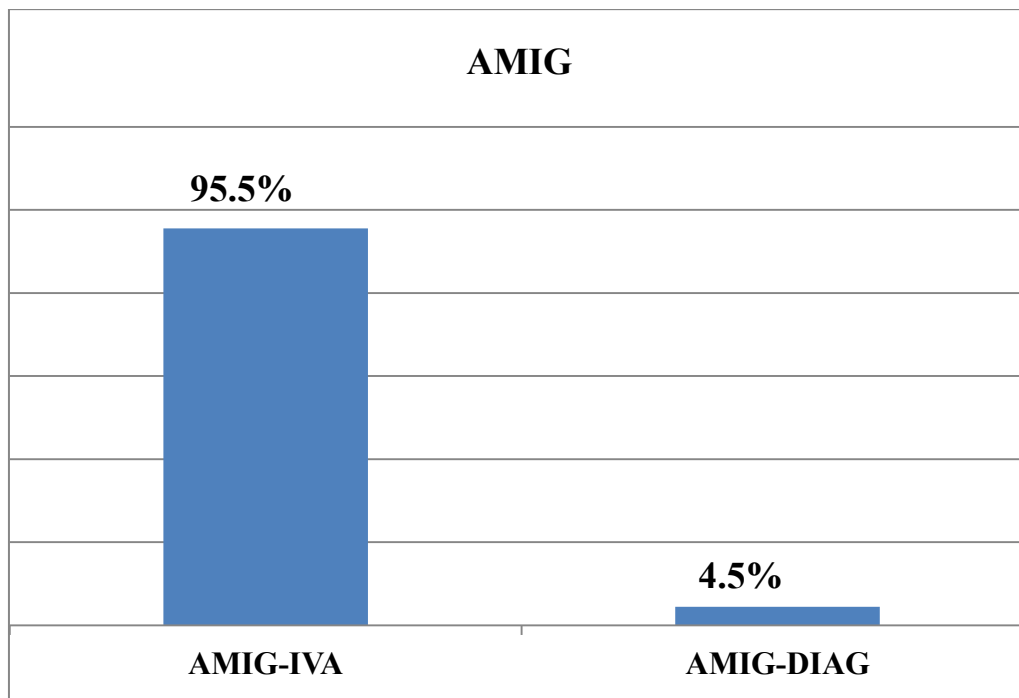


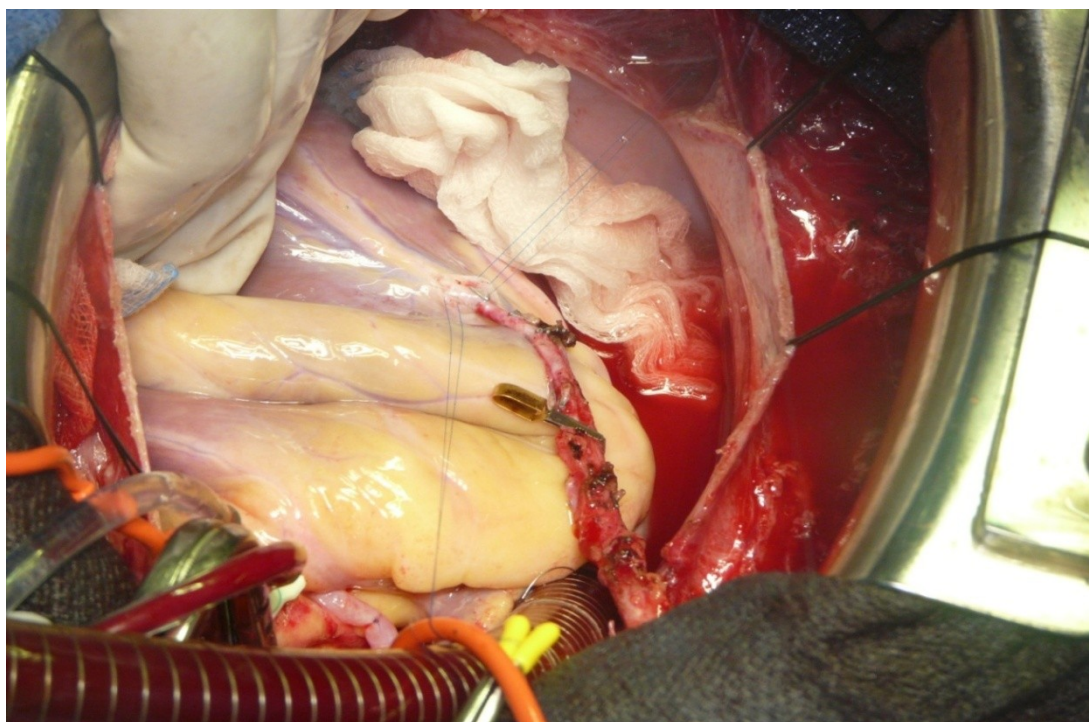
Figure 32 :Pontage de AMIG sur IVA

Service de CCV, CHU Hassan II, Fès. Pr.M. Messouak.



Graphique 15 : Fréquence de pontage de AMIG

- Le pontage de l'AMID a été réalisé sur la CD : 1 cas (1.5%).



**Figure 33 : pontage de AMID sur CD.**

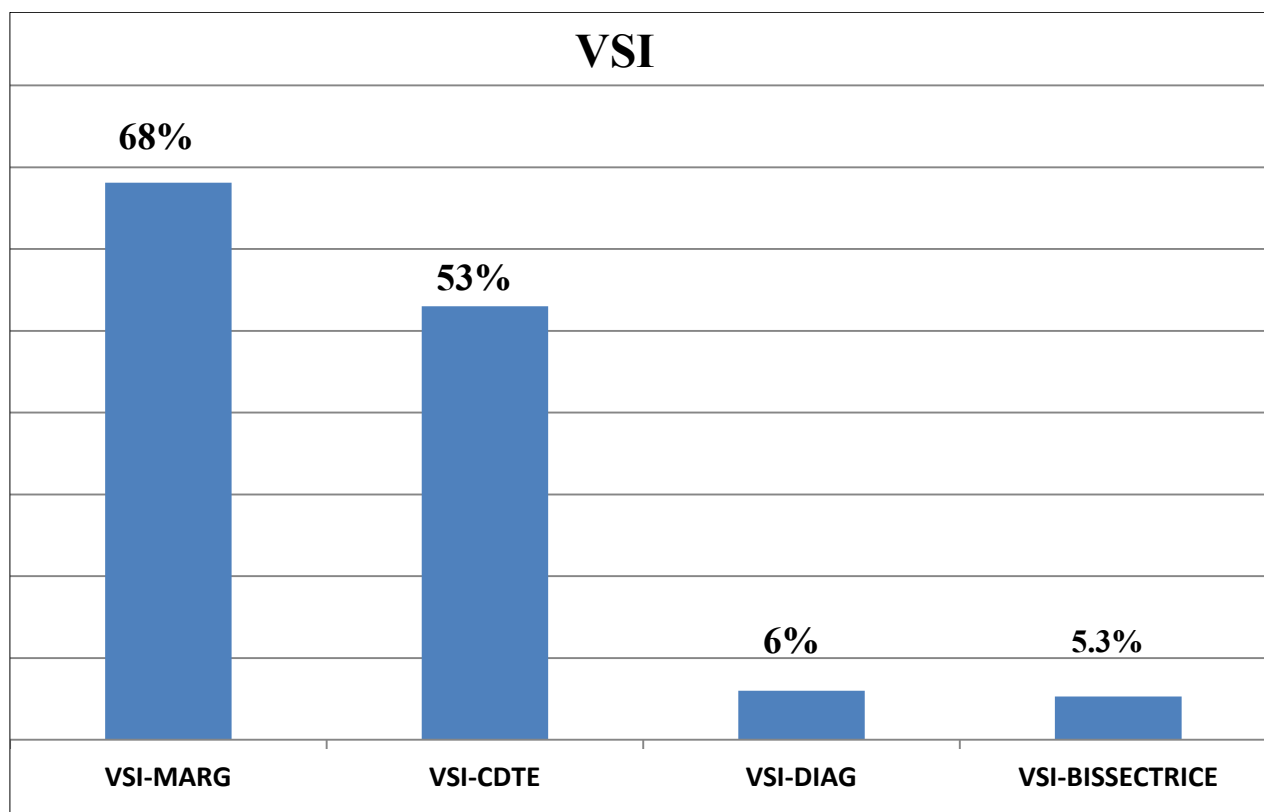
Service de CCV, CHU Hassan II, Fès. Pr.M. Messouak.

- Le pontage de la VSI a été réalisé sur la Mg (68.10%), la CD (53%), la Dg (6%), et sur l'artère bissectrice (5.3%).



**Figure 34 :Prélèvement de la veine saphène interne gauche.**

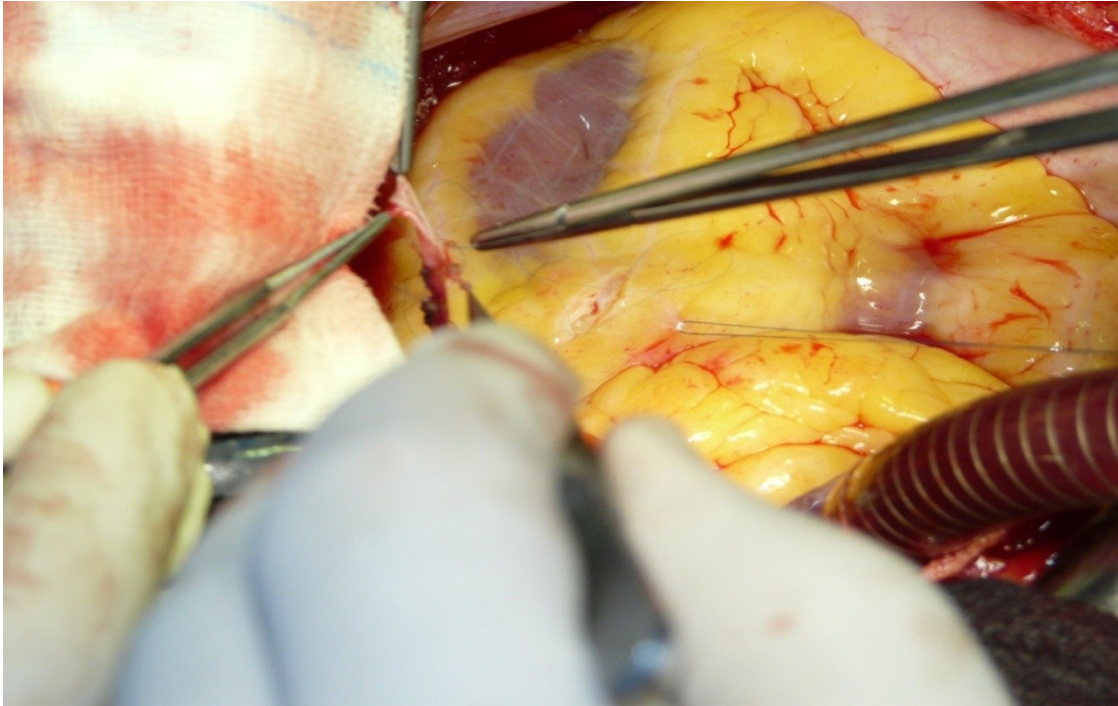
Service de CCV, CHU Hassan II, Fès. Pr.M. Messouak.



Graphique 16 : Fréquence de pontage de VSI

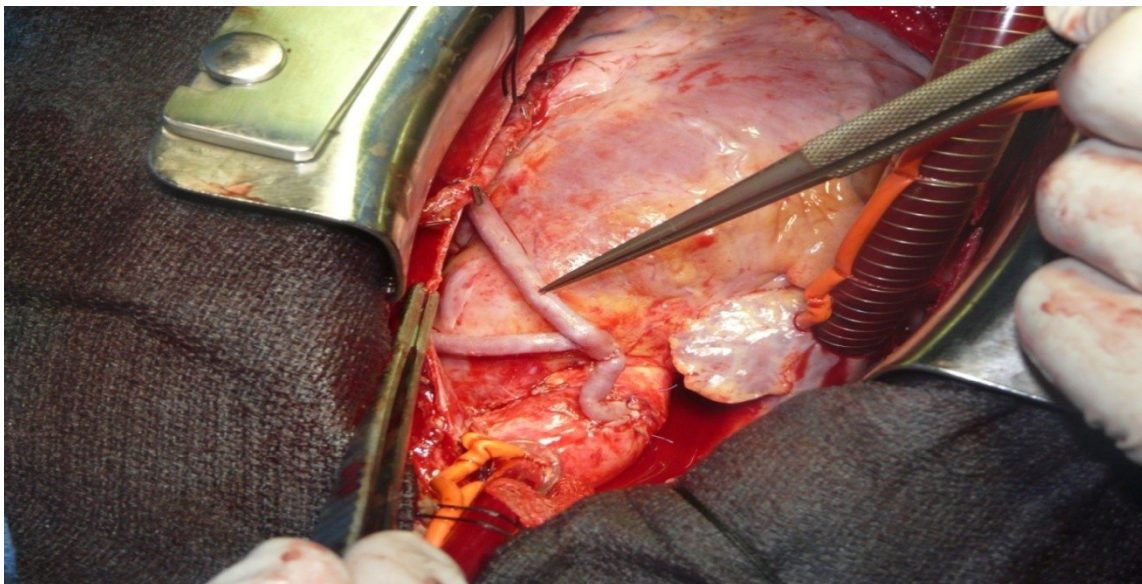
**2.3. Technique d'anastomose coronaire :**

- Les anastomoses sont toutes de types Terminolatérales.



**Figure 35 :Anastomose terminolatérale de la AMIG sur IVA**

- Le prélèvement de l'artère mammaire a été fait de façon pédiculée chez 4 cas soit 19,4%, chez le reste des patients il a été squelettisé.
- L'anastomose En 'Y' a été réalisée chez 1 patient (1.66%).



**Figure 36 :Triple PAC avec anastomose proximale en 'Y' sur un greffon veineux**

.Service de CCV, CHU Hassan II, Fès. Pr.M. Messouak.

#### 2.4. .Durée de CEC et de clampage aortique :

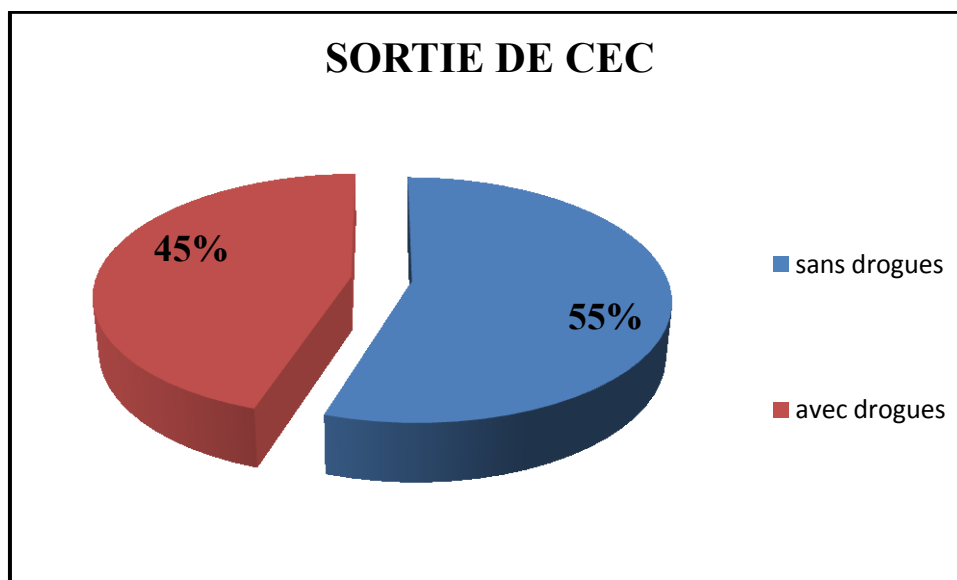
Tous les malades de notre série ont bénéficié d'une chirurgie sous CEC :

- la durée moyenne de CEC en minutes était de 100.5 avec des extrêmes allant de 26 minutes à 185.
- la durée de clampage aortique 61.6 minutes avec des extrêmes allant de 17 à 170 minutes.

	TEMPS DE CEC (min)	DUREE DE CLAMPAGE(min)
MOYENNE	100.5	61.6
EXTREMES	26-185	17-170

#### 2.5. .Assistance utilisée en fin de CEC :

La sortie de la CEC était simple chez 33 patients soit 55% des cas.

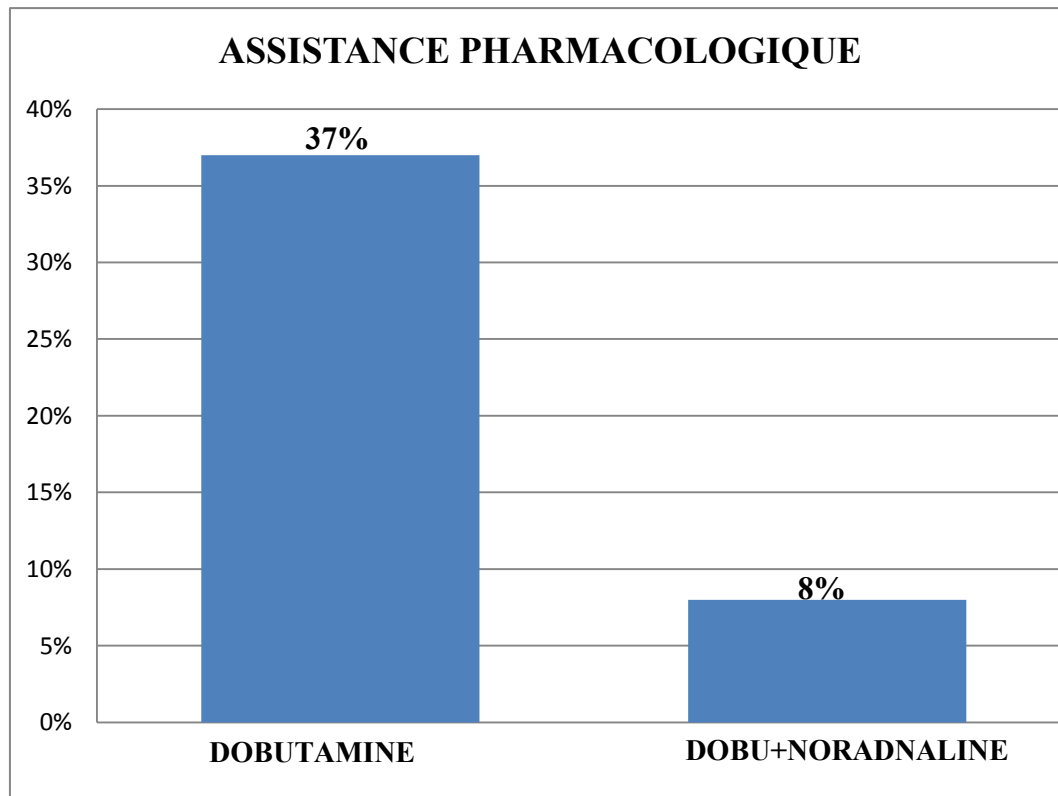


Graphique 17 : sortie de CEC

*Assistance pharmacologique :*

Le recours aux drogues vasoactives était nécessaire chez 30 patients (45%) :

- dobutamine chez 25 patients soit 37% des patients.
- dobutamine + Noradrénaline chez 5 patients soit 8 %.



**Graphique 18 : utilisation de l'assistance pharmacologique en fin de CEC**

*Assistance mécanique :*

Aucun malade n'a bénéficié d'une assistance circulatoire par ballon de contre pulsion intra-aortique (BCPIA) .

## V. RESULTATS OPERATOIRES :

### 1. Ventilation artificielle :

la durée moyenne de ventilation artificielle : 3.3 heures (1-20 h) .

### 2. Séjour en réanimation :

La durée moyenne de séjour en réanimation : 2.65 jours (2 -17 j)

	<u>DUREE MOYENNE</u>	<u>ECART-TYPE</u>	<u>EXTREMES</u>
DUREE D'INTUBATION	3.3 HEURE	9.6 HEURE	1-20 HEURE
SEJOUR EN REANIMATION	2.65 JRS	4.01 JRS	2-17JRS

### 3. Complications post-opératoires :

#### 3.1. Mortalité opératoire :

Nous déplorons dans notre série 04 décès hospitaliers c'est-à-dire une mortalité à 6.6% (4/60). Les caractéristiques de ces patients sont exprimées dans le tableau 12 et 13.

Les causes du décès sont:

- ✓ La cause de décès la plus fréquente était l'insuffisance cardiaque avec défaillance de la pompe (chute de débit cardiaque ) constatée chez 3 cas
- ✓ Trouble du rythme: 01 cas.

#### 3.2. Morbidité opératoire :

Les suites opératoires étaient souvent simples. Cependant, certaines complications de gravité et d'importance différentes ont été notées à savoir :

### **✚ Complications cardiaques**

- On a noté 2 cas d'IDM postopératoire, soit 3% des cas.
- Des troubles du rythme chez 06 patients (10.6%) à type :

TachyACFA : 3 patients ayant été mis sous amiodarone après avoir éliminé les autres causes.

Tachycardie supraventriculaire : chez un seul patient qui présentait une hypokaliémie (mis sous supplémentation potassique+amiodarone)

Extrasystoles supra-ventriculaires transitoires :chez 2 cas

- 6 patients ont présenté un collapsus postopératoire n'ayant pas répondu au remplissage vasculaire, d'où recours aux drogues vasoactives.

### **✚ Complications respiratoires**

L'épanchement pleural dans (7.5%) des cas soit 5 patients dont 1 cas a bénéficié d'un drainage thoracique.

### **✚ Complications hémorragiques**

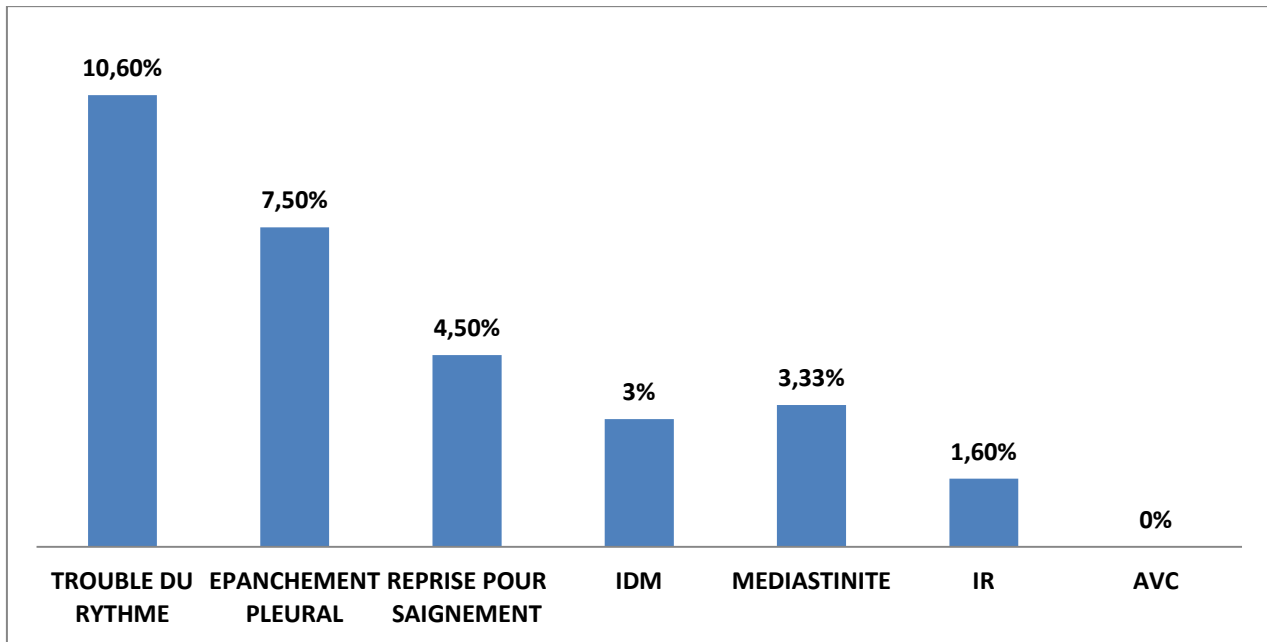
Un saignement chez 8 patients (12.1%) ayant nécessité des transfusions sanguines dont 03 malades (4.5%) ont nécessité une reprise pour hémostase chirurgicale.

### **✚ Complications infectieuses**

Une médiastinite dans 3.33 % (02 patients) avec bonne évolution après parage + ravivement des berges sternales+ATB.

### **✚ Complications rénales**

L'insuffisance rénale transitoire chez un seul cas (1.5%).



Graphique 19 : Répartition des morbidités post opératoires dans notre série

## VI. SUIVI A LONG TERME :

### 1. L'observance thérapeutique post opératoire :

40 patients (66.6%) prenaient leurs médicaments et venaient en consultation de façon régulière.

17 patients (28.3%) prenaient leurs médicaments sans venir en consultation.

3 patients (5%) avaient arrêté leurs médicaments de façon volontaire et ne venaient plus en consultation.

### 2. L'évolution de l'angor :

La disparition de l'angor est notée chez tous nos patients contrôlés,

Tous les patients sont eupneïque.

### 3. L'évolution des signes électrocardiographiques :

La majorité de malades ont un ECG normal

Des troubles de repolarisation sont apparus sur l'ECG de repos de contrôle et sont les suivants :

Une nouvelle onde Q chez 3 patients (5%) au niveau du territoire inférieur,

Une nouvelle onde T négative chez 2 patients (3.3%) au niveau des territoires antérieur, apical et inférieur.

#### **4. L'évolution de la fonction ventriculaire :**

Tous les patients convoqués ont bénéficié d'une ETT de contrôle qui a révélé :

La stabilisation de la FE chez 10 malades (16.6%)

La nette amélioration de la FE chez 30 malades (50%).

# DISCUSSION

## I. PROFIL EPIDEMIOLOGIQUE

### 1. Age

L'âge moyen de notre population, était de 57 ans. Cette moyenne d'âge est comparable à l'étude de rabat [89] et l'étude Algérienne [90]. Il est légèrement inférieur à celui de l'étude ARTECC [91] et l'étude Hamilton [92].

Cette différence d'âge doit évidemment être prise en compte dans l'interprétation de nos résultats puisque l'âge figure comme facteur de mortalité opératoire dans la majorité des articles de la littérature consacrés à la chirurgie coronaire chez les patients à haut risque opératoire.

Les patients bénéficiant d'une revascularisation chirurgicale sont de plus en plus âgés, ceci est du à l'évolution de la technique chirurgicale et à la démographie des patients .Ce groupe de patients a une incidence plus élevée d'atteinte du TCG, d'atteinte pluritronculaire, de dysfonction ventriculaire gauche. Ils ont en général plus de comorbidité incluant, le diabète, l'insuffisance rénale et l'atteinte vasculaire périphérique. Les complications à type de fibrillation atriale et d'AVC sont aussi plus fréquentes [93].

**Tableau 1 : Moyenne d'âge et le sexe de notre série confronté aux séries internationales.**

SERIES	AGE MOYEN (ANS)	SEXE MASCULIN
P.Bendjelloul [90] (2005)	58.9	86 %
ARTECC [91] (2004)	65.2	86.2 %
Hamilton [92] (2012)	67.6	80 %
Ouzaa [89] (2012)	59.5	91.3 %
Notre étude (2010–2015)	57	66.6 %

## 2. sexe

La prédominance masculine est évidente dans les séries de la littérature , avec une proportion allant de 80 % à 91% . Elle est moins marquée dans notre série 66.6 % .

Nous savons aussi que le sexe représente un facteur de risque bien établi en chirurgie cardiaque. En effet, la mortalité postopératoire est plus élevée chez la femme, en particulier après 70 ans . Souvent considérée comme une maladie d'homme, la maladie coronaire est pourtant la première cause de mortalité chez la femme, responsable de 4 à 6 fois plus de décès que le cancer du sein . Plusieurs explications sont avancées pour justifier cette différence, les plus retenues concernent : l'existence d'artères coronaires de plus petite taille, qui peut contribuer à aggraver les conséquences du développement des plaques d'athérome et rendre plus difficile les techniques de revascularisation, mais aussi la plus grande fréquence d'artères coronaires normales ou de lésions non significatives. Hypo-œstrogénie d'origine hypothalamique chez des femmes pré-ménopausiques était associée a un risque relatif de 7,4 de développer une maladie coronaire.

Compte tenu d'une symptomatologie d'appel souvent atypique et d'exams complémentaires réputés moins rentables, son diagnostic est également souvent plus tardif que chez l'homme[94–95].

## **II. FACTEURS DE RISQUE CARDIOVASCULAIRE :**

Le diabète vient en tête de liste dans notre série touchant 50% de la population suivie par l'HTA, le tabac et l'obésité.

Dans les séries de la littérature, on retrouve une prévalence élevée de l'HTA et du tabagisme.

Le diabète est connu un puissant facteur de risque cardiovasculaire et la maladie coronaire chez le diabétique revêt certaines spécificités à savoir, le caractère diffus d'une part de la coronaropathie qui est sévère et d'autre part de l'athérosclérose qui est multifocale. Ainsi, chez le diabétique la coronaropathie est caractérisée par les atteintes tritronculaires, les sténoses du tronc commun gauche (TCG) et de l'IVA proximale.

Le diabète augmente également le taux de morbidité et de complications infectieuses post opératoires[96–97].. L'utilisation de deux pontages mammaires augmente le risque d'infection sternale, tout particulièrement en présence de diabète avec plus de resténose intra-stent et plus d'occlusion coronaire après angioplastie ou pontage qu'en l'absence de diabète..

**Tableau 2 : Facteurs de risques chez les patients des différentes études**

	Etude de bendjelloul	Etude ARTECC	Etude Hamilton	Etude Ouzaa	Notre étude
HTA	51.2 %	53.5 %	76.2 %	37.5 %	42 %
DAIBETE	46.5 %	30.8 %	46.5 %	36.3 %	50 %
TABAC	72.1 %	44 %	46.1 %	70 %	41.5 %
DYSLIPIDEMIE	62.8 %	12 %	10 %	42.5 %	10 %
OBESITE	31 %	11 %	10 %	17 %	16 %

### III. COMORBIDITES:

Nombreuses affections médicales non cardiaques ont un rôle sur la mortalité et la morbidité postopératoire après chirurgie coronaire. Parmi les différents facteurs deux sont probablement dominants : IR et ATCD vasculaires.

✚ L'IR , augmente le risque de mortalité hospitalière ,mortalité tardive et les complications péri-opératoires après PAC. Ceci est dû à de multiples facteurs. des publications antérieures ont confirmé une incidence plus élevée de l'hypertension, le diabète, d'anémie, la dysfonction ventriculaire gauche et l'atteinte tri tronculaire chez les patients avec IR par rapport à la population générale [98] . Ces comorbidités participent dans la détermination des résultats opératoires. Ainsi, la maladie rénale et les maladies cardio-vasculaires sont souvent les conséquences de l'athérosclérose qui est impliquée en grande partie dans la morbidité chez les patients présentant une insuffisance rénale [99, 100]. Une preuve angiographique a confirmée une

plus grande sévérité de l'athérosclérose et des calcifications des vaisseaux coronaires chez les patients avec IR a été publié précédemment.

Ces calcifications coronaires constituent, en plus d'une difficulté technique opératoire, un risque accru d'AVCI et d'IDM postopératoire. Les patients avec IR ont également une prévalence plus élevée de facteurs de risque non traditionnels tels que les hyper-homocystinemia, l'inflammation et le stress oxydatif, ce qui peut entraîner une accélération de l'athérosclérose [98]. Les désordres de l'homéostasie phospho-calcique, la dysfonction endothéliale, des conditions favorisant la coagulation, l'anémie, l'albuminurie et les niveaux d'acide urique ont tous été noté comme facteur de mauvais pronostic dans la littérature [100]. un autre facteur incriminé dans la morbi-mortalité CVX chez l'IRC est la limitation de l'utilisation des médicaments anti-ischémique tels les bêtabloquants, les statines, les antiagrégants plaquettaires et les agents thrombolytiques. Les études ont montré que la probabilité d'administrer un bêtabloqueur, une statine ou un antiagrégant plaquettaire diminue avec la baisse de la clairance de la créatinine, alors que la mortalité augmente proportionnellement.[101]

- ✚ L'atteinte artérielle périphérique est également un puissant facteur prédictif de la Mortalité cardio-vasculaire. Quelle que soit le mode de revascularisation myocardique (ATL ou PAC), cette population de patients présente un taux de complications postopératoires et un taux de mortalité plus important que la population générale. En effet cette population présente plus de comorbidités que la population générale. Les pathologies vasculaires sont souvent associées à une majoration du risque opératoire en chirurgie coronaire ; ainsi les antécédents d'atteinte vasculaire cérébrale, l'existence d'une sténose

carotidienne entraîne une augmentation nette des complications neurologiques postopératoires. Le traitement chirurgical des sténoses carotidiennes avant la chirurgie cardiaque permettrait une diminution significative des complications.

On note un nombre relativement moindre de comorbidités dans notre série par rapport aux autres séries.

**Tableau 3:** les comorbidités chez les patients des différentes études

	Etude de bendjelloul	Etude ARTECC	Etude Hamilton	Notre étude
BPCO	4.7 %	12.6 %	3.7 %	3 %
Artériopathie	5.4 %	7 %	8 %	6 %
AVC	1.6 %	3.5 %	6.7 %	1.5 %
IR	1.6 %	1.3 %	1.7 %	1.5 %
IDM	50.4 %	37.3 %	33.8 %	34 %

#### **IV. CLINIQUE ET PARACLINIQUE :**

##### **1. Angor :**

L'angor comme signe phare de l'ischémie myocardique est présent chez 77.3% de notre population coronaire. la même fréquence a été objectivé par d'autres séries tel la série de Ouzaa [89] à rabat note 81,2% et celle de Rollé [102] objective 85%.mais la série de Carré [103] objective 100% d'angor.

## **2. Dyspnée:**

La dyspnée est un symptôme rarement signalé dans les séries publiées et dans notre série également . Da Costa[104] l'estime entre 3 et 13% des patients dans une revue des publications internationales. Cette dyspnée est secondaire à une élévation brutale de la pression télédiastolique du ventricule gauche, et traduit une ischémie extensive du ventricule gauche, en accord avec le concept physiopathologique d'une sténose du tronc commun. Cependant son appréciation peut être subjective, ce qui explique que ce symptôme est rapporté avec des fréquences variables selon les séries.

## **3. ECG :**

Le tracé à l'état basal est normal chez 21 patients (26,3%), ce chiffre est comparable aux chiffres relevés dans la littérature. Un ECG basal normal peut se voir dans 20% des cas pour Carrié[103], 27% pour Cohen[105] et 19,4% pour Rollé[102], et ne peut donc exclure une sténose coronaire. Cependant l'ECG est le plus souvent anormal avec des signes d'ischémie ou d'infarctus dans la majorité des cas en territoire antérieur et ou postérieur. Dans notre étude ceci a été noté chez 21,3%. Toutes ces séries permettent de confirmer la valeur prédictive positive de l'ECG dans les cardiopathies ischémique.

## **4. Echographie transthoracique (ETT) :**

La Fraction d'éjection moyenne dans notre série était de 56.4% et se rapproche de celle retrouvée dans les séries de la littérature.

La FE pré-opératoire est certes un facteur de mortalité opératoire et un puissant facteur de morbi-mortalité tardive et par conséquent, nous devons en tenir compte lorsque l'on compare nos résultats avec ceux de la littérature.

**Tableau 4 : FEVG chez les patients des différentes études**

Séries	Etude H.Ben Ahmed	Etude ARTECC	Etude Hamilton	Etude Moutakiallah et al	Etude Ouzaa	Notre étude
FEVG moyenne	54.6 %	57 %	58 %	54 %	55 %	56.4 %

## 5. Coronarographie :

**Tableau 5 : atteinte du TCG et tritronculaires dans notre série comparée aux autres séries**

Séries	Etude H.Ben Ahmed	Etude ARTECC	Etude Moutakiallah et al	Notre étude
Atteinte du TCG	39.3 %	40 %	26.2 %	55 %
Atteinte tritronculaire	53.1 %	55 %	53.4 %	65 %

L'atteinte tritronculaire et du tronc commun gauche sont plus fréquemment retrouvée chez notre population par rapport aux autres séries de la littérature.

## V. RESULTATS OPERATOIRE :

### 1. Circulation extra corporelle (CEC)

#### Temps de CEC et Temps de clampage de l'aorte

Le temps moyen de CEC dans notre série a été de 100.5 mn, temps légèrement supérieure aux séries internationales ARTECC [78] qui a objectivé

76,9mn et inférieur à la moyenne nationale série de Ouzaa de Rabat [88] avec 114mn et série de Moutakiallah et al [106] à 134.4mn.

Le temps moyen de clampage de l'aorte dans notre série a été de 61.6mn, temps légèrement supérieure aux séries internationales ARTECC [78] qui a objectivé 49,6mn et inférieur à la moyenne nationale, série Ouzaa de Rabat [88] avec 66mn et série de Moutakiallah et al [106] à 76mn.

**Tableau 6:** Durée de CEC et de clampage aortique dans notre série comparé à la revue de littérature.

	Temps de CEC (min)	Temps de clampage (min)
Ouzaa Rabat 2008 [89]	114	66
Moutakiallah et al 2014 [106]	134.4	76
ARTECC [91]	76.9	49.6
H.Ben Ahmed 2012[107]	89.9	60.6
Notre étude	100.5	61.6

### Cardioplégie :

83% patients de notre série(100%) ont bénéficié d'une cardioplégie cristalloïde et 17% d'une cardioplégie sanguine de même que les séries internationales ARTECC(78) 40,2% de cardioplégie cristalloïde, 52,5% de cardioplégie au sang et 7,2% de cardioplégie mixte contrairement 2 séries de Rabat qui utilisent 100% de cardioplégie cristalloïde ce qui témoigne de la tendance mondiale vers la cardioplégie au sang. qui garantit une bonne oxygénation myocardique, une lutte physiologique contre l'oedème, ainsi qu'un système tampon meilleur.

La cardioplégie sanguine semble devancer les autres ; Notion confirmée par plusieurs études cliniques. Elle est d'autant plus intéressante lorsqu'elle est à la fois antérograde et rétrograde. Elle permet d'apporter l'O<sub>2</sub> pour réduire la dette ischémique ceci peut être entravé par l'hypothermie qui modifie défavorablement la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine induisant une diminution parallèle de la capacité de l'hémoglobine à distribuer l'O<sub>2</sub> aux tissus. La cardioplégie chaude pallie à ces inconvénients mais nécessite un apport fréquent de cardioplégie ce qui peut gêner le chirurgien et allonger le clampage.

**Tableau 7** : Fréquence des différents procédés de cardioplégie dans notre série comparé aux séries de la littérature.

Séries	Cardioplégie cristaloïde %	Cardioplégie au Sang %	Cardioplégie Mixte %
ARTECC	40.2	52.5	7.2
Moutakiallah et al	100	0	0
Ouzaa	100	0	0
Notre étude	83	17	0

## **2. Assistance inotrope :**

Dans notre étude 30% des patients ont nécessité une assistance inotrope lors de la sortie de CEC. niveau inférieure aux données de la littérature par rapport à la série de Ouzaa à Rabat [89] qui a objectivé 37,5% , la série de Moutakiallah et al[106] avec 31% et la série internationale de ARTECC [91] avec 46,6%.

## **3. Durée d'intubation et de séjour en réanimation :**

La durée moyenne de séjour post opératoire en réanimation pour les patients de notre série était de 2.65 jours une moyenne très proche de la série de ARTECC

avec une moyenne de 3j , de la série de Ouzaa Rabat avec une moyenne de 2,97j et la série de Moutakiallah et al avec une moyenne de 2j.

La durée moyenne d'intubation pour les patients de notre série était de 3.3h une moyenne très proche de la série de ARTECC avec une durée de 4h. mais elle est courte par rapport aux deux séries de rabat avec une moyenne de 17h pour Ouzaa et 7h pour Moutakiallah et al.

**Tableau 8:** Durée de séjour et intubation dans notre série comparé à la revue de littérature.

Séries	Durée moyenne de séjour	Durée moyenne intubation
ARTECC	3j	4h
Ouzaa	2.97j	17h
Moutakiallah et al	2j	7h
Notre étude	2.65j	3.3h

#### 4. Nombre des pontages :

Le nombre moyen de greffons dans notre série était de 2.36 greffons comparé aux séries de littérature dans la série de Ouzaa [89] à Rabat avec 2,5 greffons, série de Moutakiallah à Rabat à 2.3 greffons, la série de ARTEC [91] avec 2,6 greffons, Durrlemann [108] avec 3,2 greffons et Sellier [109] avec 2,7 greffons.

L'étude de la fréquence du nombre de greffons de notre série comparé aux séries de littérature est étaillée dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 9:** Fréquence des pontages en fonction du nombre de greffons dans notre série comparé à la revue de littérature.

Séries	Pontage à 1 greffon %	Pontage à 2 greffons %	Pontage à 3 greffons %	Pontage à 4 greffons %
Ouzaa Rabat [89]	7.5	38.8	43.7	10
Turquie EACTS [110] 2010	6	30	38	22
Grande Bretagne EACTS [110] 2010	4	23	49	21
Australie ASCTS [111] 2009-2010	4.3	16.3	39.5	29.5
Notre série	15	44	36	5

Le constat qui se dégage de cette comparaison échelonnée, c'est la prédominance des pontages à  $\geq 2$  greffons dans notre étude et dans la revue de littérature témoignant d'une revascularisation plus complète. ce qui prouve que notre attitude chirurgicale concorde avec celle adoptée dans la littérature.

## 5. Le choix du greffon :

### AMI / VSI

Le bénéfice lié à l'utilisation de 2 artères mammaires en comparaison de l'association d'une artère mammaire à des greffons veineux saphènes en chirurgie coronaire repose avant tout sur la dégradation inéluctable et continue des pontages veineux avec un taux de perméabilité à 10 ans inférieur à 60 % [112] ; les greffons perméables présentant le plus souvent des anomalies intraluminales susceptibles de progresser. Cette altération des pontages veineux s'accélère après la 5e année

postopératoire et est significativement corrélée au recul post-opératoire, à l'existence de maladies métaboliques : diabète ou dyslipidémie, et à la survenue d'événements cardiaques post-opératoires : récurrence angineuse ou IDM [113]. En revanche, le bénéfice pour les patients de la revascularisation de l'IVA par un pontage AMIG a été clairement montré :

comparé à l'utilisation d'un pontage veineux, à 10 ans le risque de décès est diminué 1,6 fois, le risque d'infarctus 1,4 fois, le risque de réintervention deux fois et le risque de tout événement cardiaque postopératoire de 1,3 fois [114] ; du fait de l'excellente longévité des pontages mammaires internes avec un taux de perméabilité à 10 ans de 90 % [115].. Dans l'étude de Muneretto et al, 200 patients ont été randomisés en 2 groupes. Dans un groupe, toutes les anastomoses étaient réalisées avec un greffon artériel alors que dans l'autre, le seul greffon artériel était l'artère mammaire interne anastomosée sur l'IVA associée à des greffons veineux saphènes sur les autres artères coronaires. A un an, le taux d'évènement majeurs (critère composite comportant décès, récurrence des symptômes, nouvelle revascularisation et occlusion de pontage) était significativement plus faible dans le groupe « tout artériel ».

En effet la supériorité des greffons mammaires par rapport aux greffons veineux est expliquée par sa fiabilité immédiate et à distance. La caractéristique principale de ce greffon est d'être une artère de type élastique peu sujette à l'athérosclérose dans sa partie proximale et moyenne [116].. Enfin, détail technique important, la conformité entre l'artère mammaire et l'artère coronaire est quasi parfaite, permettant la réalisation d'une anastomose harmonieuse. .

Les veines saphènes sont maintenant le plus souvent utilisées pour un complément de revascularisation, le plus souvent sur des territoires secondaires.

Le bénéfice démontré du pontage mammaire interne-IVA a incité de nombreuses équipes à utiliser le deuxième pédicule mammaire interne pour revasculariser le réseau circonflexe ou coronaire droit, en association au pontage mammaire interne-IVA.

Dans notre série, 1 seul cas a subi un PAC utilisant les 2 AMI avec un complément de greffons veineux, chez le reste des patients seule l'artère mammaire interne gauche était utilisée en association avec des greffons veineux saphènes. car la majorité de nos patients sont diabétique ce qui augmente le risque de médiastinite si on utilise les 2 AMI.

#### ✚ AMI bilatéral versus un seul AMI :

##### Résultats post opératoires immédiats :

Si l'utilisation d'un greffon mammaire sur l'IVA constitue une avancée incontestable de la revascularisation myocardique par PAC, l'adjonction d'un deuxième greffon artériel constitue un sujet de controverse. En effet plusieurs auteurs ont rapporté l'absence de bénéfice sur la mortalité opératoire quand deux artères mammaires sont greffées par rapport à l'utilisation d'une seule artère mammaire [117]. Une récente étude rétrospective intéressant 8666 patients n'a pas montré de bénéfice sur la mortalité hospitalière du double pontage mammaire, mais au contraire un taux de médiastinites post opératoires significativement plus élevé [117]

Cependant, selon une étude menée à la Cleveland clinic intéressant 2304 patients, le pontage par 2 artères mammaires était associé à de meilleurs résultats opératoires [117]. Ces résultats ont été également retrouvés dans une série mono centrique concernant 12231 patients consécutifs [118]. L'étude ART (the Arterial Revascularisation Trial) [119], est la seule étude prospective randomisée

multicentrique, elle concerne 3102 patients randomisés en pontage avec une seule artère mammaire interne (n = 1554) versus artère mammaire bilatérale (n = 1548) avec recours à d'autres pontages artériels ou veineux si nécessaire. Le critère de jugement principal était la survie à 10 ans. Les résultats préliminaires de cette étude montrent que le double pontage ne génère pas plus de morbidité que le simple, les taux de décès, d'IDM, d'AVC et de revascularisation étant identiques dans les deux groupes à 30 jours et à 1 an. Seul le nombre de reprises de la plaie sternale est augmenté en cas d'utilisation des deux mammaires. Dans notre série les 2 artères mammaires internes ont été utilisées chez un seul patient à type de pontage en Y ce qui ne permet de comparer nos résultats avec la littérature.

#### **Résultats à moyen et à long terme :**

La survie à long terme est étroitement liée à la perméabilité des ponts utilisés . Plusieurs auteurs ont confirmé la supériorité du greffon mammaire sur l'IVA par rapport au greffon veineux sur les résultats à long terme [120-121]. Dans toutes les études, l'addition d'une artère mammaire sur l'IVA lors de la revascularisation myocardique se traduit par une plus grande résistance à la progression de la maladie athéromateuse [122] et une meilleure perméabilité du pont à long terme par rapport aux greffons veineux .

Devant la supériorité incontestable des greffons artériels par rapport aux veines, plusieurs études ont évalué le bénéfice à long terme de l'utilisation d'un deuxième greffon artériel. Stevens et al [123] ont constaté une amélioration de la survie à 5, 10 et 15 ans après pontage aortocoronariens utilisant les deux artères mammaires contre la mammaire interne gauche seule et ceci chez les diabétiques et les non diabétiques.

Selon Fiore et al, les patients bénéficiant d'un deuxième greffon artériel ont une survie à long terme significativement supérieure, moins d'épisodes d'ischémie myocardique et de revascularisation itérative. Lytle et al , concluent après une étude sur plus de 10000 patients que la survie à 15 ans était supérieure en cas d'utilisation de deux artères mammaires. Les revascularisations ultérieures, qu'elles soient percutanées ou chirurgicales étaient moins fréquentes. Mohammadi et al affirment, après une analyse d'une série de 12231 patients que le pronostic à long terme est significativement amélioré, mais que ce bénéfice décroît progressivement avec l'âge pour s'annuler à partir de 60 ans.

Dans une méta analyse de Taggart et al [124] englobant 15962 patients inclus dans sept études. La survie des patients opérés avec deux greffons artériels était significativement supérieure. Néanmoins, selon ce même auteur, toutes les études souffraient de plusieurs biais méthodologiques avec surtout une tendance à utiliser une double mammaire chez les patients à faible risque opératoire.

#### AMI squelettisée/ AMI pédiculée :

La squelettisation est de plus en plus préférée par les chirurgiens, car elle permet de préserver la circulation sanguine sternale, de réduire l'incidence des complications et d'assurer une bonne longévité des greffons. Athanasius et Al, ont publiés en 2004 une analyse des études comparant les AMI pédiculées avec les squelettisées, ils ont identifiés une augmentation spectaculaire de la libre circulation sanguine sternale associée avec une bonne vascularisation sternale.[125]

Dans notre étude,l'AMI squelettisée est utilisée de façon courante dans notre pratique dans 93.3% ,ce qui a permis chez ces patients une bonne évolution, et surtout d'éviter les complication infectieuses.

L'étude de Calafiore et Al comparant les BIMA squelettisées avec les pédiculées, a montré une diminution du taux des infections sternales de 10% à 2% chez les diabétiques.[126]

Donc la Squelettisation devrait être la technique de choix pour les diabétiques chez lesquels le prélèvement des deux artères mammaires internes est désirée, mais au détriment d'un supplémentaire de 15–20 minutes.

#### Pontages artériels avec anastomose en « Y »

Ces techniques nécessitent le plus souvent de brancher en dérivation l'artère mammaire interne droite ou un autre conduit artériel en dérivation sur l'artère mammaire interne gauche L'une des critiques principales qui peut être formulée vis-à-vis de ces techniques est que toute imperfection sur une anastomose peut compromettre le flux au niveau des autres segments des pontages. L'équipe de Bruxelles [127] a récemment publié une étude comparant les résultats de la revascularisation chirurgicale selon que les artères mammaires sont conservées pédiculées (« in situ ») ou utilisées en dérivation (« en Y »). Trois cent quatre patients ont été randomisés. Les artères gastroépiploïques ou les veines saphènes étaient plus souvent utilisés dans le groupe « in situ ». L'analyse de la survenue des événements majeurs à plus de 3 ans n'a pas montré de différence significative entre les 2 groupes en termes de récurrence d'angor, de nécessité de nouvelle revascularisation ou de survenue d'accident vasculaire cérébral. Deux éléments importants sont à noter. Premièrement, le délai de survenue des événements cardiovasculaires était plus précoce dans le groupe « in situ ». Deuxièmement, 1 seul patient sur les 304 a présenté un accident vasculaire cérébral soit un taux de 0,3 % ce qui est nettement inférieur au taux de 2,2 % rapporté à un an dans Syntax. Un contrôle coronarographique a été réalisé chez 96 % des patients du groupe « Y » et 82 % des

patients du groupe « in situ » après un délai moyen de 6 mois. Le taux global de perméabilité des anastomoses avec les artères mammaires était comparable dans les 2 groupes : 97 %. Ce résultat ne variait pas quelque soit la localisation de l'anastomose. Le taux de perméabilité des autres greffons étaient de 86 % pour les artères gastroépiplœiques et de 95 % pour les greffons veineux saphènes. Cette étude permet donc de conclure que les « montages en Y » sont tout aussi fiables en termes de perméabilité et de résultats cliniques que l'utilisation des artères mammaires « in situ » et permettent de limiter l'utilisation d'autres greffons veineux ou artérielles dont les résultats en terme de perméabilité sont moins bons.

Cette technique a été très peu utilisée dans notre série pour un seul malade (1.5%).

#### Les autres greffons artériels :

L'artère épigastrique a été peu utilisée ; sa structure histologique favorise le spasme et le développement de lésions athéromateuses [128]. L'artère radiale connaît un regain d'intérêt important bien que son prélèvement nécessite un deuxième site opératoire. Sa longueur et sa structure sont adaptées à des pontages coronaires multiples et elle est utilisée en greffon libre soit aorto-coronaire, soit mammaire-coronaire.

L'utilisation technique est peu différente de celle d'un pontage veineux classique et sa perméabilité à 5 ans est satisfaisante, en moyenne 85 %; ces deux critères ont beaucoup contribué au développement de son utilisation parfois bilatérale [129]. Le prélèvement de l'artère radiale n'a pas de conséquence fonctionnelle sur le membre supérieur après vérification pré-opératoire de la perméabilité des anastomoses palmaires par test d'Allen. L'utilisation de l'artère

radiale comme alternative à une deuxième mammaire semble diminuer l'incidence des infections sternales post-opératoires, mais risque de compromettre les résultats à moyen et à long terme compte tenu de la différence de perméabilité de ces deux greffons artériels.

L'artère gastro-épiploïque droite est également très utilisée [130] ; son prélèvement ne nécessite pas un autre site opératoire, sa structure histologique est peu différente de celle de l'artère mammaire interne sa perméabilité à 5 ans est satisfaisante, en moyenne 92 % et elle assure une suppléance coronaire satisfaisante à l'effort. Son utilisation n'augmente pas le risque opératoire et n'induit pas de morbidité spécifique. Elle est utilisée pédiculée, le plus souvent pour revasculariser le réseau coronaire droit en alternative à un pontage veineux ou à un pontage artériel libre. La combinaison de ces différents greffons artériels permet de réaliser des revascularisations myocardiques artérielles exclusives, techniques qui s'imposent progressivement comme le gold standard en chirurgie coronaire. Sa réalisation n'augmente pas le risque péri-opératoire et les résultats à moyen terme sont actuellement très encourageants avec une survie à 5 ans supérieure à 90 % pour des taux de récurrence angineuse faibles, inférieurs à 15 % à 7 ans. On peut ainsi définir une stratégie chirurgicale en chirurgie coronaire qui intègre le matériel disponible, la spécificité des patients et les perspectives de résultats à moyen et à long terme. Le pédicule mammaire interne reste de façon indiscutable le matériel de choix et de référence et il ne semble pas licite d'utiliser un autre greffon artériel en alternative à un pédicule mammaire interne. L'absence de pontage mammaire interne-IVA doit être exceptionnel et fortement justifié.

## **6. Mortalité et facteurs pronostiques :**

La mortalité précoce après pontage aortocoronaires a diminué progressivement depuis le début des années 1970 où elle atteignait plus de 12 %, pour descendre à près de 1 % dans les années 1980. Cependant, elle est plutôt de l'ordre de 3 à 4% actuellement, du fait de la gravité plus importante de l'état des malades opérés aujourd'hui. Cette constatation s'explique en partie par l'augmentation de l'âge des patients proposés pour une revascularisation chirurgicale, par une augmentation des facteurs de risque tels que diabète, mauvaise fraction d'éjection, sexe féminin, obésité, artériopathie diffuse, insuffisance rénale, mais aussi par les résultats de l'angioplastie coronaire qui permet de traiter les formes plus « simples » de maladie coronaire et de proposer à la chirurgie pour les échecs d'angioplastie ou les patients à haut risque. Parmi les nombreux facteurs influençant la mortalité opératoire, l'âge et la fraction d'éjection sont tous les deux des facteurs importants. L'âge supérieur à 75 ans entraîne une surmortalité de l'ordre de 2 à 10% suivant les études. La fraction d'éjection inférieure à 30 % reste un facteur de risque important, la mortalité dans ce groupe étant de 10 à 20 %. Cependant, les techniques d'assistance circulatoire telles le ballon intra-aortique d'une part, et la meilleure estimation de la viabilité myocardique résiduelle ont permis d'abaisser la mortalité chez ces patients à haut risque. Plusieurs autres facteurs essentiels expliquent la diminution de la mortalité, à savoir : une meilleure technique dans la confection des anastomoses de petits calibres, une constante stabilité hémodynamique peropératoire, une protection myocardique adéquate, les méthodes de conservation du sang.

La mortalité opératoire globale rapportée dans la littérature est variable

**Tableau 10:** Mortalié dans notre série comparé à la revue de littérature.

Séries	Mortalité
F.HOLM et al FRANCE (2004)	4.2 %
Ouzaa (2008)	10 %
Moutakiallah et al (2014)	1.9 %
H.Ben Ahmed tunisie (2012)	6.9 %
Notre étude	6.6 %

Le taux de mortalité à court terme soit à 30j dans notre série était de 6.6%, relativement élevée par rapport au standard internationale.

Les facteurs de risque de décès après chirurgie peuvent être classés en 5 catégories:

- Facteurs préopératoires liés à la coronaropathie (atteinte sévère du tronc commun, angor instable, IDM récent, dysfonction ventriculaire gauche) et à l'agressivité du processus artérioscléreux (l'association à une atteinte vasculaire périphérique ou carotidienne).
- Facteurs préopératoires biologiques (diabète sucré), sexe féminin et âge avancé.
- Facteurs per-opératoires (dégâts myocardiques et échec de l'utilisation de greffon artériel).
- Facteurs environnementaux ou institutionnels, comprenant le chirurgien et les protocoles de traitement utilisés.

Le facteur de mortalité opératoire important retrouvé chez nos patients est le suivant (Tableaux n°12 et 13) :

- Une FE < 45%

Nos résultats sont en accord avec les données de la littérature concernant la mortalité opératoire en ce qui concerne l'altération de la FE qui est présente chez plus de la moitié de nos patients décédés, et en désaccord en ce qui concerne l'âge qui est relativement jeune de nos patients en moyenne 65 ans; cela tient au fait que la coronaropathie sous nos climats touche des patients de plus en plus jeunes. Données à préciser par une étude épidémiologique nationale.

D'autres facteurs de risque interviennent sur la mortalité opératoire dans notre série étudiée (Tableau n°12 et 13) et sont :

- La prédominance féminine (3/4) 75%
- Le diabète (4/4) 100%
- HTA (3/4) 75%,
- L'antécédent d'angor instable (4/4) 100%,
- L'antécédent d'IDM (4/4) 100%
- La sténose du TCG (4/4) 100%
- La diffusion des lésions athéroscléreuse « lésions tritronculaire (4/4) » 100%.
- Le non recours à l'assistance circulatoire par BCPIA à l'induction anesthésique,
- La technique chirurgicale utilisée "chirurgie sous CEC+ Clompage aortique" :

Le PAC sous CEC avec clampage aortique, est la méthode de revascularisation myocardique de référence (gold standard). Le coeur étant arrêté dans un champ opératoire immobile, permet un confort chirurgical, des anastomoses de qualité et une revascularisation complète.

Les études ont prouvé que la CEC et le clampage aortique total sont responsables [131] d'un certain nombre de complications augmentant le risque opératoire de façon non négligeable. La CEC déclenche une réaction inflammatoire diffuse spécifique qui, dans sa forme complète peut aboutir à un « syndrome post-pompe » et entraîner une défaillance multiviscérale, en particulier cérébral, rénal, pulmonaire mais aussi sur le coeur lui-même ainsi que des désordres de la coagulation.

Le clampage aortique total, malgré l'administration de cardioplégie, est quant à lui responsable d'une ischémie myocardique qui peut expliquer un certain nombre de bas débits postopératoires exigeant l'adjonction d'un support inotrope positif en postopératoire. C'est dans ce cadre que la chirurgie coronaire à coeur battant (CB) a été à nouveau proposée comme alternative à la chirurgie sous CEC. Certains auteurs ont même affirmé que « supprimer la CEC est une condition nécessaire à l'amélioration des résultats de la chirurgie coronaire » [131]

Les études disponibles confirment que La technique du coeur battant évite les méfaits de la CEC et du clampage aortique. Elle préserve le flux coronaire durant la chirurgie, évite l'ischémie myocardique et donc les lésions d'ischémie-reperfusion. Elle est associée à une baisse de la transfusion, de la durée de l'assistance respiratoire mécanique , du séjour hospitalier notamment dans l'unité de soins intensifs et du coût d'hospitalisation. Elle limite les complications rénales, cérébrales et digestives.

Les inconvénients du "coeur battant" sont la revascularisation incomplète , le taux d'anastomose insuffisant dû à la difficulté voire l'impossibilité de vasculariser les branches de la Cx avec le risque de conversion en CEC à l'origine de décès et de complications graves . Les coronaires de mauvaise qualité, petites, calcifiées ou intra-myocardiques constituent également des limites de cette technique.

Dans notre population 4/5 (80%) sont décédés par bas débit cardiaque qui serait la conséquence d'un dysfonctionnement myocardique. Selon des recherches publiées en 1992 dans « *J thorac Cardiovasc Surg* », la dysfonction myocardique pendant et après l'emploi d'une CEC et du clampage aortique a été largement prouvée. Wan suggère qu'une partie des dommages myocardiques observés pourrait être directement imputable à la CEC elle-même D'autres suggèrent qu'en évitant le clampage et la CEC, on minimise le risque d'ischémie myocardique globale et de « *stunning* », ainsi que les effets potentiellement néfastes de la cardioplégie [131].

La plupart des études observationnelles rétrospectives font état d'une mortalité hospitalière faible (Tableau n°18). Dans tous ces travaux, la mortalité opératoire entre groupe CB et CEC, est soit identique, soit inférieure dans le groupe CB. Magee [132] reprenant les données d'un registre comprenant 6466 pontages sous CEC et 1983 CB, constate une mortalité hospitalière de 3,5 % dans le groupe CEC contre 1,8 % dans le groupe CB ( $p < 0,05$ ).

Arom et al [133] stratifiant les patients en trois groupes en fonction du niveau de risque a priori ont montré une diminution significative de la mortalité opératoire dans le groupe à haut risque (CEC : 28,5% vs CB : 7,7%  $p=0,008$ ) alors que dans le groupe à faible risque et à risque modéré les résultats sont identiques (1,1% vs 1,4 et 7% vs 6%). Les bons résultats du pontage à CB dans la population à haut risque se confirment dans plusieurs études concernant soit les atteintes du tronc commun, les

fractions d'éjection basses (FEVG<30%) les patients pluri tronculaires , les ré-interventions, les urgences et les octogénaires .

Ces études ont prouvé que la mortalité opératoire des patients opérés à coeur battant était basse par rapport à la CEC. Cela nous conduit à discuter encore une fois le choix de notre technique chirurgicale.

Dans notre série, la technique habituelle est la CEC (100%) car tous les patients ont été opérés dans des conditions électives .ce qui a poussé à choisir la CEC qui reste malgré tout le "gold standard" de cette chirurgie.

**Tableau 11** : Mortalité hospitalière comparée pontage sous CEC vs coeur battant

Séries	n	CEC	Cœur battant
Magee 2002**	6 466 / 1983	3.5	1.8
Kshetry 2000**	609 / 135	2.3	2.7
Arom 2000**	2 171 / 350	3.4	3.4
Van Dijk 2001*	141 / 140	1	1
Angelini 2002*	201 / 200	0	0
Calafiore 2001**	120 / 105	0.9	0
Moller et al. 2008*	107/2619	2.2	1.9

\* : études randomisées \*\* : comparaisons historiques

C. Matei et al. / *Annales de cardiologie et d'angéiologie* 51 (2002) 261-267 265

M. Ait Houssa et al. / *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie xxx (2012) xxx-xxx*

Par ailleurs, le taux de mortalité opératoire relativement élevée dans notre étude des patients opérés sous CEC (6.6%), peut être expliqué en partie par le nombre faible de l'échantillon, et que la majorité de nos patients ont un réseau coronaire fin avec des lésions sévères et diffuses rendant le geste opératoire très difficile.

**Tableau 12 : Caractéristiques péri-opératoires des patientes décédées**

	PATIENT 1	PATIENT 2	PATIENT 3	PATIENT 4
AGE	69	70	62	65
SEXE	F	F	F	H
ANNEE	2010	2011	2012	2014
DIABETE	+	+	+	+
HTA	+	-	+	+
TABAC	-	-	-	+
ATCD ANGOR	Instable	instable	instable	Instable
IDM	+	+	+	+
ATL	+	-	-	-
FE	40%	30%	35%	45%
ATHEROSCLEROSE SECONDAIRE	+	-	-	+
N TRONC	3	3	3	3
STENOSE DE IVA	+	+	+	+
STENOSE TCG	+	+	+	+
EUROSCORE II	4.5	3.5	5	5

**Tableau 13: Caractéristiques post-opératoires des patientes décédées**

	PATIENT 1	PATIENT 2	PATIENT 3	PATIENT 4
N PONTAGE	3	2	2	4
TEMPS CEC (min)	90	70	60	115
CLAMPAGE(mi n)	55	56	39	65
SORTIE DE CEC	+	+	+	+
BCPIA	-	-	-	-
SEJOUR EN REA	4	2	3	4
SAIGENEMNT	+	-	-	-
CAUSE DE DECES	BDC	TROUBLE DU RYTHME	BDC	BDC
SURVIE POST OP(Jr)	4	2	3	4

## 7. Morbidités :

Tableau 14: Morbidités dans notre série comparé à la revue de littérature.

Séries	IDM	AVC	IR	Médiastinite	Reprise pour Saignement
F.HOLM et al FRANCE (2004)	3.3 %	0.9 %	1.5 %	3 %	3 %
Ouzaa (2008)	1.3 %	0 %	4.6 %	1.3 %	2.7 %
Moutakiallah et al (2014)	1.9 %	0.9 %	1.9 %	3.9 %	5.8 %
H.Ben Ahmed tunisie (2012)	2.8 %	3 %	2.7 %	2.8 %	3 %
Notre étude (2010–2015)	3 %	0 %	1.5 %	3.3 %	4.5 %

### ✚ Infarctus du myocarde :

Les épisodes d'ischémie se rencontrent en chirurgie coronaire. Ils apparaissent le plus souvent dans les heures suivant la revascularisation et semblent plus fréquents lorsque la fréquence cardiaque postopératoire est élevée.

3 % des patients ont présenté un IDM dans notre série similaire à celui rapporté par F.HOLM et al 3.3 % mais plus élevé que ceux observés dans les autres séries, 2.8 % dans l'étude de H.Ben Ahmed, 1.9% dans la série de Moutakiallah et al et 1.3 % dans la série de Ouzaa.

Les principales causes sont une mauvaise protection myocardique, une anastomose défectueuse, un spasme sur un greffon artériel ou une occlusion aiguë d'un pontage. Les nécroses périopératoires sont souvent cliniquement et

hémodynamiquement muettes avec une traduction purement électrique et enzymatique. Cependant, elles peuvent être à l'origine de bas débits, de troubles du rythme et sont la première cause de décès postopératoire immédiat.

#### ✚ Complications rénales :

La dysfonction rénale en chirurgie cardiaque est définie comme une élévation postopératoire de la créatininémie  $\geq 20$  mg/L ou une augmentation de la créatininémie  $\geq 7$  mg/L par rapport à la valeur préopératoire. Plusieurs facteurs de risque préopératoires ont été identifiés, on notera : l'âge avancé, antécédent de chirurgie cardiaque, diabète et antécédent d'insuffisance rénale. Les lésions postopératoires, les plus fréquemment retrouvées chez les sujets en insuffisance rénale, sont : nécroses tubulaires, infarctus rénal, abcès rénal et parfois aucune atteinte organique n'est retrouvée.

Dans notre étude l'analyse des complications rénales montre une incidence globale de 1.5% relativement inférieur aux résultats de la littérature.

La mise en évidence de plusieurs facteurs de risque à longtermis été le principal but de nombreuses études. Zanardo et col ce sont intéressés sur ce sujet précis et ont colligés une série de 775 patients devant subir une cure de chirurgie cardiaque . Les principaux facteurs de risque d'insuffisance rénale postopératoire liés aux patients au cours de la chirurgie cardiaque déduits de cette étude concernent tout d'abord l'atteinte rénale préopératoire, l'âge avancé ainsi que d'autres facteurs tels que : la diurèse peropératoire, le degré d'hypothermie per CEC, intervention dans le cadre de l'urgence et situations dont les quelles il existe une détérioration de l'état hémodynamique.

Parmi les patients dialysés, nous retrouvons dans la littérature un taux de mortalité variant entre 41,2 % et 63 %. Dans notre série aucun de nos patients n'a eu recours à des séances d'hémodialyse, avec bonne évolution pour tous nos patients.

#### 🚩 Complications neurologiques :

Dans notre série, aucun patient n'a présenté des complications neurologiques. Les complications neurologiques postopératoires sont estimées à 0.9 % dans la série de F.HOLM et al et Moutakiallah versus 3 % dans la série de Ouzaa.

Plusieurs facteurs de risque sont identifiés pour expliquer ces complications neurologiques : l'âge avancé ( $\geq 70$  ans), antécédents d'HTA, maladie athéromateuse de l'aorte proximale, antécédents d'atteinte neurologique, utilisation de ballon de CPIA, diabète, angor instable, antécédent d'alcoolisme, troubles du rythme (ACFA). L'embolie gazeuse est suspectée devant le report d'un incident évocateur pendant la CEC.

Le faible taux d'utilisation des 2 artères mammaires et de pontages « tout artériel » est aussi à prendre en compte dans l'interprétation des accidents vasculaires cérébraux. En effet, la proportion conséquente de pontages veineux saphènes a pour corollaire un nombre important d'anastomoses sur l'aorte ascendante ce qui n'est pas anodin vis-à-vis du risque embolique. Ainsi, dans l'étude de Tsang et al [134] le clampage latéral de l'aorte (souvent utilisé pour la réalisation des anastomoses proximales des greffons veineux saphènes) était associé à un taux significativement plus élevé d'AVC : 1,5 % vs 0. De même, dans l'étude de Muneretto et al, chez les patients de plus de 70 ans, le taux d'AVC était de 0 dans le groupe « tout artériel » contre 5 % dans le groupe de patients chez

lesquels seule l'artère mammaire interne gauche était utilisée en association avec des greffons veineux saphènes.

#### **Complications Hémorragiques :**

Les saignements postopératoires constituent une complication majeure de la chirurgie cardiaque. Les complications hémorragiques surviennent dans 1 à 3% des cas. Leur spécificité en matière de chirurgie coronaire réside dans le nombre important de site de saignement possible et dans le fait que certaines interventions sont pratiquées sous antiagrégants plaquettaires. Les saignements postopératoires sont généralement en rapport avec trois principaux facteurs à savoir : une anomalie de l'hémostase biologique un défaut d'hémostase chirurgicale, une hypertension artérielle ou un défaut d'hémostase chirurgicale. Ce dernier est bien sûr l'élément essentiel de ce « trépied ». Les sources de saignements chirurgicaux en chirurgie coronaire sont nombreux, c'est dire l'importance d'une vérification soigneuse, voire obsessionnelle, des anastomoses, des sites de canulation, du site de prélèvement mammaire, des différentes collatérales des greffons, du sternum, etc.

L'incidence de la reprise pour saignement dans notre étude évaluée à 4.5 % est plus basse par rapport à l'étude de Moutakiallah qui a objectivé un taux à 5.8% mais plus fréquente par rapport aux autres séries.

#### **Complications infectieuses :**

Dans notre série, l'incidence des complications infectieuses représentée par la médiastinite est évaluée 3.3 % (2 patients ont présenté une infection profonde de la paroi ayant bénéficié d'une parage avec ravivement des berges sternales et mis sous bi antibiothérapie avec bonne évolution).

dans notre population ,on note un taux de médiastinite plus élevé que ceux observé dans la majorité des séries de la littérature qui peut être expliqué par la fréquence élevée du diabète dans notre population à 50%. sachant que la population diabétique sont toujours à risque chirurgical avec plus de complications spontanées et d'événements cardiovasculaires.

Le risque de médiastinite est important chez le diabétique pouvant dépasser 10% [135] avec une mortalité élevée pouvant atteindre 14 à 40% .

Une méta-analyse [135] a concerné 140 études randomisées ayant traité la relation qui existe entre la médiastinite et le prélèvement des deux AMI. Elle a montré que le risque de médiastinite s'élève de 2,5 à 5 fois plus si les deux AMI ont été prélevées.

Chez le ND, ce risque passe de 0,2–1,2% pour une seule AMI à 1,3–4,7% pour les deux AMI et peut dépasser 10% chez le diabétique. Ce risque baisse drastiquement pour atteindre 0,4–2,6% en cas de prélèvement squelettisé. Cette méta-analyse recommande fortement le prélèvement squelettisé des deux AMI même chez le diabétique ou plutôt surtout chez le diabétique qui en tire le plus de bénéfice.

Les autres facteurs prédictifs d'infection sont l'hospitalisation préopératoire prolongée, l'obésité, le tabac, BPCO , le sexe féminin, le nombre de PAC et la durée de CEC.

# CONCLUSION

La chirurgie des artères coronaires a connu un essor fulgurant au cours des deux décennies, avec des résultats améliorant à la fois la qualité de vie et la survie des patients. Les facteurs de risque de mortalité et de morbidité chirurgicale sont maintenant bien définis et leur recherche systématique est nécessaire afin de pouvoir prédire et réduire la mortalité et les complications postopératoires.

La mortalité précoce après pontage aortocoronarien reste faible malgré l'augmentation constante des facteurs de risque des patients. La mortalité opératoire est majorée lorsque l'âge est supérieur à 75 ans, la fraction d'éjection est inférieure à 30 %, qu'il s'agisse d'un infarctus aigu, ou qu'il existe un état de choc préopératoire. À long terme, la chirurgie coronarienne améliore la survie des patients présentant une sténose du tronc commun, des sténoses tritronculaires, ou des lésions avec altération de la fonction ventriculaire.

La chirurgie coronarienne se pratique maintenant avec l'emploi quasi systématique d'une artère mammaire. Le choix quant aux autres greffons est vaste, allant de la saphène interne à l'artère radiale et gastroépiploïque. Le choix des différents conduits est fonction du territoire à revasculariser, du terrain et des écoles.

L'emploi d'artères mammaires uni ou bilatérales par rapport aux greffons veineux entraîne une diminution du taux d'angor résiduel, une diminution des réinterventions et des infarctus postopératoires.

La chirurgie « tout artériel » réduit sensiblement le taux d'angor, mais n'a pas d'influence sur la survie par rapport à l'emploi d'un seul greffon mammaire.

Notre étude nous a permis de ressortir un certain nombre de résultat :

1. les facteurs de risque sont nombreux chez les malades de notre étude, avec des habitudes toxiques quasi présentes (comme le tabac 41,5 % des patients) chez nos patients. Les antécédents de diabète et les facteurs de risque tel que l'HTA sont fréquents dans notre population et moins équilibrés. La différence de sexe dans ce contexte est bien frappante avec une supériorité chez la population féminine.

2. La pratique des pontages sans CEC doit être étendue et large parfaitement en accord avec la pratique actuelle de la chirurgie de revascularisation. En effet, même si la chirurgie à cœur battant ne réduit pas la mortalité postopératoire, il diminue la fréquence des complications (fibrillations auriculaires, recours aux inotropes, les infections respiratoires, et les transfusions sanguines) et réduit le coût hospitalier comparé à la chirurgie coronaire conventionnelle.

3. la prise en charge postopératoire tient compte du profil préopératoire, étape nécessaire qui permettra la surveillance et le suivi hémodynamique adéquat seul garant d'une baisse de la morbidité et de la mortalité postopératoire de ces patients à la fonction myocardique altérée.

4. le développement de nouvelles procédures de revascularisation myocardique chirurgicales par un plus grand recours aux greffons artériels avec utilisation d'anastomoses séquentielles distales.

# RESUME:

**Titre** : expérience en chirurgie coronaire au service de CCV au CHU hassan II de fes.

**Mots clés** : Cardiopathie ischémique, pontage aorto coronaire, circulation extra corporelle, résultats opératoires

**Objectif** :

Evaluer les résultats de la chirurgie coronaire au service de CCV au CHU Hassan II de Fès.

**Matériels et méthodes** :

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur 60 patients opérés pour un pontage aorto-coronaire colligés au service de CCV CHU Hassan II de Fès, pour une période de 5 ans allant de janvier 2010 à juillet 2015. Chez tous nos patients le pontage a été réalisé sous circulation extra-corporelle.

**Résultats** :

L'âge moyen des patients est de 57 ans avec une nette prédominance masculine (40 hommes et 20 femmes) avec un sex ratio de 2. Les facteurs de risque incluait essentiellement un tabagisme (41.5%), HTA (42%) et un diabète (50%). 141 anastomoses ont été confectionnées soit 2,36 pontages par patient. Nous avons réalisé un mono-pontage dans 15% des cas, un double-pontage dans 44% des cas, un triple-pontage dans 36% des cas. La durée moyenne de clampage est de 61,6 min avec des extrêmes de 17 et 170 min et la durée moyenne de CEC est 100,50 min avec des extrêmes de 26 et 185 min. la durée moyenne de ventilation artificielle, du séjour en réanimation est respectivement de  $3.3 \pm 9.6$  heures (1 - 20 heures),  $2.65 \pm 4.01$  jours (2-17 jours).

L'évolution était favorable dans 93.4% nous déplorons 05 (6.6%) décès dans notre série. Les facteurs prédictifs de la morbi-mortalité hospitalière étaient l'âge >

60 ans, le diabète, le sexe féminin, la fraction d'éjection du ventricule gauche inférieure à 45 %, les antécédents d'infarctus du myocarde, la présence de lésions tritronculaires et du tronc commun gauche. la morbidité post opératoire était acceptable et a consisté principalement en troubles de rythme, un IDM , un bas débit cardiaque, une médiastinite et une reprise pour saignement.

**Conclusion :**

Le pontage aorto-coronaire est une chirurgie codifiée, dont le pronostic dépend des facteurs de comorbidité du patient mais aussi de la fonction VG et des lésions associées. Il est le plus souvent favorable mais peut être émaillé de complications d'où la nécessité d'une approche multidisciplinaire.

## **ABSTRACT**

**Title**: expérience in Coronary Surgery in the cardiovascular surgery department at the University Hospital Hassan II of Fes.

**Keywords** :Ischemic heart disease, coronary artery bypass, extracorporeal circulation, operative results.

**Objectives**:To evaluate the results of coronary surgery at the University Hospital Hassan II of Fes.

**Materials and methods**:

This is a retrospective study of 66 patients undergoing coronary artery bypass surgery collected at the cardiovascular surgery department at the University Hospital Hassan II of Fes, for a 5 year period from January 2010 to July 2015. In all our patients the bypass surgery was performed under extracorporeal circulation.

**Resultats**:

The average age of patients was 57 years with a male predominance (40 men and 20 women) with a sex ratio of 2. Risk factors include mainly smoking (41.5%), hypertension (42%) and diabetes (50%). 141 anastomosis were made up either bypass 2.36 per patient. We performed a single bridging in 15% of cases, double-bridging in 44% of cases, a triple-bypass in 36% of cases. The average length of clamping is 61.6 with extremes of 17 and 170 min and average duration of CEC is 100.50 min with extremes of 26 and 185 min. the mean duration of mechanical ventilation,of ICU stay  $3.3 \pm 9.6$  is respectively  $3.3 \pm 9.6$  hours (1-20 hours),  $2.65 \pm 4.01$  days (2-17 days).

The outcome was favorable in 93.4% we deplore 05 (6.6%) deaths in our series. Predictors of hospital morbidity and mortality were age > 60 years, the diabetes, female sex, ejection fraction of the left ventricle less than 45%, history of myocardial infarction, the presence of triple vessel disease lesions and the left common trunk. postoperative morbidity was acceptable and consisted principally rhythm disorders, myocardial infarction, low cardiac output, mediastinitis and once for bleeding.

**Conclusion:**

The coronary artery bypass surgery is a codified, whose prognosis depends on the patient's comorbid conditions but also LV function and associated lesions. It is usually favorable but can be enamelled complications.

## ملخص

**العنوان:** تجربة جراحة الشريان التاجي بمصلحة جراحة القلب و الشرايين بالمستشفى الجامعي بفاس.  
**الكلمات الأساسية:** نقص تروية القلب, جراحة الشريان التاجي, الدورة الدموية الخارجية, نتائج العملية.  
**هدف الدراسة:** تقييم نتائج جراحة الشريان بمصلحة جراحة القلب و الشرايين بالمستشفى الجامعي بفاس.  
**الحالات و الطرق:**

يتضمن عملنا دراسة رجعية المكونة من 60 مريض الذين خضعوا لجراحة الشريان التاجي بقسم جراحة القلب و الشرايين بالمستشفى الجامعي بفاس في الفترة الممتدة بين يناير 2010 و يوليو 2015. تمت الجراحة عند جميع المرضى بواسطة الدورة الدموية الخارجية.

### النتائج:

متوسط عمر الحالات كان 57 سنة، مع هيمنة الجنس الذكري ( 20 أنثى و 40 ذكر) مع نسبة الجنس من 2. عوامل الخطر القلبية و الوعائية كانت: التدخين (42%) ارتفاع الضغط الدموي (41.5%) حالات السكري (50%). تم اعداد 141 تقيم أي ما يعادل 2.36 قنطرة لكل مريض. قمنا بعملية تحويل احادي لمسار شريان التاجي في 15% تحويل ثنائي في 44% لمسار شريان التاجي, تحويل ثلاثي لمسار شريان التاجي في 36%. امتدت مدة المجازة قلبية رئوية بمتوسط 100,50 دقيقة ( 26-185 دقيقة) مع مدة سد لشريان الابهر قاربت 61,6 دقيقة ( 17-170 دقيقة ). المدة المتوسطة للتنفس الاصطناعي و الإقامة في الانعاش هي على التوالي 3,3 +/- 9,6 ساعة ( 20-1 ساعة ) 2,65 +/- 4,01 يوم ( 17-2 يوم ). كانت النتيجة ايجابية في 93.4%. سجلنا 05 حالة وفاة (6.6%). العوامل التي تنبىء بالمعدلات العالية للاعتلال و الوفيات بالمستشفى كانت هي السن 60 سنة السكر الجنس الانثوي معدل قذف البطين الايسر اقل من 45 سوابق احتشاء قلبي وجود افة بجذوع ثلاثة وجدع مشترك ايسر. مع نسبة مرضانية مقبولة تتكون اساسا من اضطرابات إيقاعات القلب الذبحة الصدرية الجهدية التدفق المنخفض للقلب التهاب المنصف الصدري و الاستئناف من اجل النزيف.

### خاتمة:

جراحة الشريان التاجي هي جراحة مقننة حيث تعتمد مضاعفاتها على الظروف المرضية للمريض ولكن أيضا على وظيفة البطين الايسر والآفات المرتبطة. وهي عادة ما تكون مرضية ولكن يمكن ان تكون مصحوبة بمضاعفات وبالتالي الحاجة إلى نهج متعدد التخصصات.

# BIBLIOGRAPHIE

- [1] Jonnesco T. Angine de poitrine guérie par la résection du sympathique cervico-thoracique. Bull Acad Méd 1920 ;84 :93
- [2] White JC,Smithwick RH, Simeone FA.The automatic nervous system .New York :MacMillan ,1952
- [3] O'Shaughnessy L.Expérimental method of providing collateral circulation to the heart.Br/Surg 1936 ;23 :655-670
- [4] Beck CS.The development of a new blood supply to the heart by operation.Ann Surg 1935 ;102 :801
- [5] Vineberg AM, Niloff PH.The value of surgical treatment of coronary artery occlusion by implantation of internal mammary into the ventricular myocardium. Surg Gynecol Obstet 1950 ;91 :551
- [6] Bailey CP,May A,Lemon WM.Survival after coronary endarterectomy in man.AMA 1957 ;164 :641-646
- [7] Kolessov VI.Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris. /Thorac Cardiovascular Surg 1967 ;54 :535-544
- [8] Favaloro RG. Saphenous vein autograft replacement of severe segmental coronary artery occlusion.Ann Thorac Surg1968 ;5 :334-339
- [9] Green GE,Reppert EH, Stertz SH.coronary arterial bypass grafts.Ann Thorac Surg 1968 ;5 :443-450
- [10] Folliguet T,Lebert E, Laborde F,Neveux JY. Chirurgie des lésions acquises des artères coronaires, Bilan préopératoire et indication.EMC 42-700-A.

- [11] Garot P, Dubois-Randé J L. Microcirculation coronaire. *Encycl Méd Chir* (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Cardiologie, 11-029-A-10, 2002, 2p.
- [12] HEIGGTVEIT HA. Syphilitic aortitis: A clinico-pathologic autopsy study of 100 cases 1950 to 1960. *Circulation* 1964, 29: 346
- [13] TENET W, MISSRI J, HAGER D. Radiation -induced stenosis of the left main coronary artery. *Cathet. Cardiovasc. Diag*, 1986, 12: 169-176.
- [14] FISHER LD, JUDKINS MP. Reproducibility of coronary angiography reading in the coronary artery surgical study. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.*, 1982, 8 : 565-575.
- [15] AIN A, MAZANEK GJ, ARMITAGE JM. Unstable angina secondary to left main coronary thrombus extending from prosthetic aortic valve. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 1988, 15: 271 - 272.
- [16] CHAMBERLIN JL III, PERRY LW. Infantile periarteritis nodosa with coronary artery and brachial aneurysms. A case diagnosed during life. *J. Pediatr.* 1971, 78 :1039.
- [17] HOLSINGER DR, OSMUNDSON PJ, EDWARDS JE. The heart in periarteritis nodosa. *Circulation* 1962, 25: 619.
- [18] BENISH BM, PERVEZ N. Coronary artery vasculitis and myocardial infarction with systemic lupus erythematosus. *NY State J. Med.* 1974, 74: 873.
- [19] BRILL IC, BRODEUR MTH , PYAMA AA. Myocardial infarction in two sisters less than 20 years old. *JAMA* 217: 1345; 1971.

- [20] RAZAVI M. Unusual forms of coronary artery disease. Cleveland. Clinic consultations. n Brest AN (ed) Cardiovascular Clinics. Philadelphia, FA Davis, 1975 : 25 – 46.
- [21] CONTI CR, SELBY JH, CHRISTIE LG ET AL. Rétrécissement du tronc commun coronarien gauche: tableau clinique, physiopathologie, traitement. Acquisition Nouvelles, Pathologies Cardiovasculaires 1980,. 22 :153–219.
- [22] MOLLOY PJ. Left main stem coronary artery dissection. Br. Heart J. 1980, 43: 705–708.
- [23] GUY JM, LAMAUD M, DA COSTA A, BOUVET L, CERISIER A, VERNEYRE H. Angor spontané par spasme du tronc coronaire gauche. Arch. Mal. Coeur 1992,85: 1047 –1049.
- [24] KOPELSON G, HERWIG KG. 134 The etiologies of coronary artery disease in cancer patients. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 1978, 4 : 895 – 906.
- [25] Cottin V, Beaune J, Cordier JF. Douleur thoracique aiguë et chronique. Rev Prat 2001; 51:1221–30 , mise à jour : 29.07.2005.
- [26] Evaluation du pronostic de l'insuffisance coronaire stable et modalités de suivi en dehors du traitement MARS 2000 Recommandation pour la pratique clinique Service des recommandations et références professionnelles.
- [27] Braunwald E, Grossman W. Clinical aspects of heart failure. In : Braunwald E Heart disease. Philadelphia : WB Saunders,1992:444–463
- [28] Komajda M, Grosogeat Y. Démarche diagnostique et étiologique dans l'insuffisance cardiaque. L'insuffisance cardiaque. PIL1988

- [29] Goldberg SJ. The principles of pressure drop in long segment stenosis. *Herz* 1986;11:2915
- [30] Mollet NR, Cademartiri F, Nieman K, et al. Multislice spiral computed tomography coronary angiography in patients with stable angina pectoris. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:2265
- [31] Leber AW, Knez A, von Ziegler F, et al. Quantification of obstructive and nonobstructive coronary lesions by 64-slice computed tomography: a comparative study with quantitative coronary angiography and intravascular ultrasound. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:147-54.
- [32] Hoffmann U, Moselewski F, Cury RC, et al. Predictive value of 16-slice multidetector spiral computed tomography to detect significant obstructive coronary artery disease in patients at high risk for coronary artery disease: patient-versus segmentbased analysis. *Circulation* 2004;110:2638-43.
- [33] Schuijf JD, Bax JJ, Jukema JW, et al. Feasibility of assessment of coronary stent patency using 16-slice computed tomography. *Am J Cardiol* 2004;94:427-30.
- [34] Gilard M, Cornily JC, Pennec PY, et al. Assessment of coronary artery stents by 16-slice computed tomography. *Heart* 2005.
- [35] E. Perrier, O. Manen, J.F. Paul, M. Lerecouvreur, G. Quiniou, S. Geffroy, J. Deroche, C. Caussin, P. Doireau, C. Plotton and R. Carlioz Apport du scanner multicoups dans le dépistage des lésions coronaires chez des patients asymptomatiques à risque : étude préliminaire *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie*, Volume 54, Issue 5, September 2005, Pages 227-232.

- [36] YAMAGISHI M, HONGO Y, GOTO Y. Intravascular ultrasound evidence of angiographically undetected left main coronary artery disease associated trauma during interventional procedures. *Heart Vessel*, 1996, 11 : 262–268.
- [37] S. Achenbach, T. Giesler, D. Ropers, S. Ulzheimer, H. Derlien, C. Schulte, E. Wenkel, W. Moshage, W. Bautz, W. G. Daniel, W. A. Kalender, et U. Baum. «Detection of Coronary Artery Stenoses by Contrast-Enhanced, Retrospectively Electrocardiographically-Gated, Multislice Spiral Computed Tomography». *Circulation*, tome 103, pages 2535–2538, 2001.
- [38] Maddahi J, Garcia EV, Berman DS, Waxman A, Swan HJ, Forrester J. Improved noninvasive assessment of coronary artery disease by quantitative analysis of regional stress myocardial distribution and washout of thallium-201. *Circulation* 1981;64:924–35.
- [39] Stanford W. Why not optimism? *Radiology* 1999;211:287–8. IRM
- [40] Jean-Nicolas Dacher, David Bertrand<sup>1</sup>, Gérald Gahide, Christophe Tron, Alain Manrique Indications de l'IRM dans la maladie coronaire. *Imagerie coronaire*, Presse Med. 2008; 37: 716–723 2008 Elsevier Masson SAS.
- [41] P. A. Hårdhammar, H. M. van Beusekom, H. U. Emanuelsson, S. H. Hofma, P. A. Albertsson, P. D. Verdouw, E. Boersma, P. W. Serruys, et W. J. van der Giessen. «Reduction in Thrombotic Events With Heparin-Coated Palmaz-Schatz Stents in Normal Porcine Coronary Arteries». *Circulation*, tome 93, pages 423–430, 1996.
- [42] L. Balduf, M. Langsfeld, J. Marek, M. Tullis, K. Kasirajan, et B. Matteson. «Complication rates of diagnostic angiography performed by vascular

- surgeons.» *Vascular and Endovascular Surgery*, tome 36, pages 439–445, 2002.
- [43] P. de Feyter, M. van den Brand, G. Laarman, R. van Domburg, P. Serruys, H. Suryapranata, et G. Laarman. «Acute coronary artery occlusion during and after percutaneous transluminal coronary angioplasty. Frequency, prediction, clinical course, management, and follow-up». *Circulation*, tome 83, pages 927–936, 1991.
- [44] S. Ellis, M. Savage, D. Fischman, D. Baim, S. G. M Leon, J. Hirshfeld, M. Cleman, P. Teirstein, et C. Walker. «Restenosis after placement of Palmaz-Schatz stents in native coronary arteries. Initial results of a multicenter experience». *Circulation*, tome 86, pages 1836–1844, 1992.
- [45] Kolh P, Wijns W, Danchin N, Di Mario C, Falk V, Folliguet T, Garg S, et al. Guidelines on myocardial revascularisation. The Task Force on Myocardial Revascularisation of European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTAS). *Eur J Cardio-thorac Surg* 38, S1 (2010) S1–S52.
- [46] Folliguet T, Leuret E, Laborde F et Neveux JY. Chirurgie des lésions acquises des artères coronaires. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Thorax*, 42–700–B, 1999, 24 p.
- [47] Accola K, Jones E. Coronary revascularization in a patient with porcelain aorta and calcified great vessels. *Ann Thorac Surg* 1993; 55: 514–515.
- [48] Accola K, Jones E, Craver J, Weintraub W, Guyton R. Bilateral mammary artery grafting: avoidance of complications with extended use. *Ann Thorac Surg* 1993; 56: 872–879.

- [49] Kurlansky P, Dorman M, Galbut D, Moreno N, Traad E, Carrillo R et al. Bilateral internal mammary artery grafting in women: a 21-year experience. *Ann Thorac Surg* 1996 ; 62 : 63–69.
- [50] Dignan R, Yeh TJ, Dyke C, Lutz HD, Wechsler A. The influence of age and sex on human internal mammary artery size and reactivity. *Ann Thorac Surg* 1992 ; 53 :792–797
- [51] He G, Yang C, Starr A. Overview of the nature of vasoconstriction in arterial grafts for coronary operations. *Ann Thorac Surg* 1995 ; 59 : 676–683
- [52] Spencer F. The internal mammary artery: the ideal coronary bypass graft? [editorial]. *N Engl J Med* 1986 ; 314 : 50–51
- [53] Loop F, Lytle B, Cosgrove D, Golding L, Taylor P, Stewart R. Free (aorta–coronary) internal mammary artery graft. Late results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986 ; 92 : 827–831
- [54] Subramanian V, Hernandez Y, Tack GK, Grabowski E, Weksler B. Prostacyclin production by internal mammary artery as a factor in coronary artery bypass grafts. *Surgery* 1986 ; 100 : 376–383
- [55] Accola K, Jones E, Craver J, Weintraub W, Guyton R. Bilateral mammary artery grafting: avoidance of complications with extended use. *Ann Thorac Surg* 1993 ; 56 : 872–879.
- [56] Kurlansky P, Dorman M, Galbut D, Moreno N, Traad E, Carrillo R et al. Bilateral internal mammary artery grafting in women: a 21-year experience. *Ann Thorac Surg* 1996 ; 62 : 63–69.
- [57] Accola K, Jones E. Coronary revascularization in a patient with porcelain aorta and calcified great vessels. *Ann Thorac Surg* 1993; 55: 514–515.

- [58] Accola K, Jones E, Craver J, Weintraub W, Guyton R. Bilateral mammary artery grafting: avoidance of complications with extended use. *Ann Thorac Surg* 1993; 56: 872–879. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 27:281–88.
- [59] Fiore AC, Naunheim KS, Dean P, et al. Results of internal thoracic artery grafting over 15 years: single versus double grafts. *Ann. Thorac. Surg* 1990; 49:202–8; discussion 208–9.
- [60] Lytle BW, Blackstone EH, Loop FD, et al. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg* 1999; 117:855–72.
- [61] Mohammadi S, Dagenais F, Doyle D, et al. Age cut-off for the loss of benefit from bilateral internal thoracic artery grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008; 33:977–82.
- [62] Carpentier A, Guermonprez JL, Deloche A, Frechette C, Dubost C. The aorta-to-coronary radial bypass graft: a technique avoiding pathological changes in grafts. *Ann Thorac Surg* 1973 ; 16 : 111–121
- [63] Acar C, Jebara VA, Portoghese A, Beyssen B, Pagny JY, Grare P et al. Revival of the radial artery for coronary bypass grafting? *Ann Thorac Surg* 1992 ; 54 : 652–660
- [64] Acar C, Jebara VA, Portoghese A, Fontaliran F, Dervanian P, Chachques JC et al. Comparative anatomy and histology of the radial artery and the internal thoracic artery: implication for coronary bypass. *Surg Radiol Anat* 1991 ; 13 : 383–388

- [65] Chardigny C, Jebara VA, Acar C, Descombes JJ, Verbeuren TJ, Carpentier A et al. Vasoreactivity of the radial artery. Comparison with the internal mammary and gastroepiploic arteries with implications for coronary artery surgery. *Circulation* 1993 ; 88 (5 Pt 2) : 115–127
- [66] Mils NL, Hockmuth DR, Everson CT, Robert CC. Right gastroepiploic artery used for coronary artery bypass grafting. Evaluation of flow characteristics and size. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993 ; 106 : 579–586
- [67] Folliguet T, Lebert E, Laborde F, Neveux JY. Chirurgie des lésions acquises des artères coronaires, Bilan préopératoire et indication. EMC 42–700–A.
- [68] Suma H, Fukumoto H, Takeuchi A. Coronary artery bypass grafting by utilizing in situ right gastroepiploic artery: basic study and clinical application. *Ann Thorac Surg* 1987 ; 44 : 394–397
- [69] John D. Puskas, Willis H. Williams, Elizabeth M. Mahoney. Le pontage coronaire sans CEC compare à la chirurgie conventionnelle: perméabilité des greffons, précoce et à un an, coût, qualité de vie. *JAMA* 2004; 291: 1841–1849.
- [70] F. Alexandre, J.-N. Fabiani. Circulation extracorporelle. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Thorax 2007 ; 42–513.
- [71] G. janvier. J.-J. Lehott. Circulation extracorporelle : principes et pratique, 2eme édition. Paris : Arnette groupe liaison, 2004.
- [72] Fabiani JN et Chardigny C. Protection myocardique. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Thorax, 42–511, 1998, 14 p.

- [73] Kaukoranta PK, Lepojärvi MP, Kiviluoma KT, Ylitalo KV, Peuhkurinen KJ. Myocardial protection during antegrade versus retrograde cardioplegia. *Ann Thorac Surg* 1998; 66: 755–761.
- [74] Nikas D, Ramadan F, Elefteriades J. Topical hypothermia: ineffective and deleterious as adjunct to cardioplegia for myocardial protection. *Ann Thorac Surg* 1998 ;65: 28–31.
- [75] Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, Keon WJ, Hooper GD, Burton JR. Coronary bypass graft fate patient outcome : Angiographic follow-up of 5065 grafts related to survival and reoperation in 1388 patients during 25 years. *J Am Coll Cardiol* 1996 ; 28 : 616–626
- [76] Grondin CM, Campeau L, Lesperance J, Enjalbert M, Bourassa M. Comparison of late changes in internal mammary artery and saphenous vein grafts in two consecutive series of patients 10 years after operation. *Circulation* 1984 ; 70 (3 pt 2) : 1208–1212
- [77] Shelton ME, Forman MB, Virmani R, Bajaj A, Stoney WS, Atkinson JB. A comparison of morphologic and angiographic findings in long-term internal mammary artery and saphenous vein bypass grafts. *J Am Coll Cardiol* 1988 11 : 297–307
- [78] Dion R, Verhelst R, Rousseau M, Goenen M, Poulot R, Kestens-Servaye V et al. Sequential mammary artery grafting: clinical, functional and angiographic assessment 6 months postoperatively in 231 consecutive patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989 ; 98 : 8089

- [79] Kamath ML, Matysik LS, Schmidt DH, Smith LL. Sequential internal mammary artery grafts. Expanded utilization of an ideal conduit. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985 ; 89 : 163–169
- [81] Nottin R, Grinda J, Anidjar S, Folliguet T, Detroux M. Coronary–coronary bypass graft: an arterial conduitsparing procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996 ; 112 : 1223–1230
- [80] Cohn W, Suen H, Weintraub R, Johnson R. The «H» graft: an alternative approach for performing minimally invasive direct coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998 ; 115 : 148–151
- [82] F. Alexandre, J.-N. Fabiani. Circulation extracorporelle. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Thorax 2007 ; 42–513.
- [83] Précis d’anesthésie cardiaque 2012–07: Circulation extracorporelle.
- [84] 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization.  
[www.escardio.org/guidelines](http://www.escardio.org/guidelines). *Eur Heart J* 2014;35:2541–619.
- [85] Alderman EL, Fisher LD, Litwin P, Kaiser GC, Myers WO, Maynard C et al. Results of coronary artery surgery in patients with poor left ventricular function (CASS). *Circulation* 1983 ; 68 : 785–795
- [86] ACC/AHA practice guidelines. ACC/AHA Guidelines for coronary artery bypass graft surgery. *Circulation* 1999 ;100 : 1464–1480
- [87] Tuman KJ, McCarthy RJ, Najafi H, Ivankowich AD. Differential effects of advanced age on neurologic and cardiac risks of coronary artery operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992 ; 104 : 1510–1517

- [88] Yusuf S, Zucker D, Peduzzi P, Fisher L, Takaro T, Kennedy J et al. Effect of coronary artery bypass graft surgery on survival: overview of 10-year results from randomized trials by the coronary artery bypass graft surgery trialists collaboration (published erratum appears in Lancet 1994 ; 344 : 1446). Lancet 1994 ; 344 : 563-57
- [89] Ouzaa M. La revascularisation myocardique chirurgicale dans les sténoses du tronc commun coronaire gauche. Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat, Université Mohammed V. Thèse n°149 année 2008 .
- [90] Pr. ABDELKADER BENDJELLOUL, SI-MAHMOUD BENSALÉM, l'hôpital central de l'armée ALGER, chirurgie cardiaque, 20 juillet 2005.
- [91] Girard C, Mauriat Ph, Goudeau JJ, D'Athis P, Bompard D, Dalmas JP, Fellahi JL et al. L'anesthésie en chirurgie cardiaque adulte en France en 2001 Résultats de l'enquête nationale de trois jours du club ARTECC. Ann Fran d'Anesth Rea 2004; 23 : 862-72.
- [92] Dr. Lamy at the Population Health Research Institute, Hamilton Health Sciences, Mc-Master University, Hamilton. Investigators in the CABG Off or On Pump Revascularization Study. March 26, 2012, at NEJM.org. N Engl J Med
- [93] Acinapura AJ, Jacobowitz IJ, Kramer MD, et al. Demographic changes in coronary artery bypass surgery and its effect on mortality and morbidity. Eur J Cardiothorac Surg. 1990; 4: 175-81.
- [94] Lerner DJ, Kannel WB. Pattern of coronary heart disease morbidity and mortality in the sexes : a 26-year follow-up of the Framingham population. Am Heart J 1986;111:383- 90.

- [95] Mieres JH, Shaw LJ, Hendel RC, Miller DD, Bonow RO, Berman DS et al. American Society of Nuclear Cardiology task force on women and coronary heart disease. *J Nucl Cardiol* 2003;10:95–101.
- [96] Roffi M, et al. Current concepts on coronary revascularization in diabetic patients. *Eur Heart J* 2011;32:2748–57.
- [97] BARI 2D Study Group. A randomized trial of therapies for type 2 diabetes and coronary artery disease. *N Engl J Med* 2009;360:2503–15.
- [98] Anavekar NS, McMurray JJV, Velazquez EJ, Solomon SD, Kober L, Roleau J, White HD, Nordlander R, Maggioni A, Dickstein K, Zelenkofske S, Leimberger JD, Califf RM, Pfeffer MA. Relation between renal dysfunction and cardiovascular outcomes after myocardial infarction. *N Engl J Med* 2004;351:1285–1295
- [99] Weiner DE, Tighiouart H, Stark PC, Amin MG, MacLeod B, Griffith JL, Salem DN, Levey AS, Sarnak MJ. Kidney disease as a risk factor for recurrent cardiovascular disease and mortality. *Am J Kidney Dis* 2004;44:198–206.
- [100] Go AS, Chertow GM, Fan D, McCulloch C, Hsu C. Chronic kidney disease and the risks of death, cardiovascular events, and hospitalization. 2004;351:1296–1305.
- [101] Trespalacios FC, Taylor AJ, Agodoa LY, Abbott KC: Inci-dent acute coronary syndromes in chronic dialysis patients in the United States. *Kidney Int* 2002; 62: 1799–1805.

- [102] Rolle F, Christides C, Cornu E, Virot P, Doumeix JJ, Cassat C, Blan P, Lacroix P, Laskar M, Bensaid J. Significant stenosis of the common trunk of the left coronary artery : Retrospective study of 227 cases. Arch Mal Cœur Vaiss. 1994, 87(7): 899–905.
- [103] Carrie D, Derbel F, Delay M, Calazal J, Bernadet P. Clinical, angiographic aspects and 18-month follow-up of 134 cases of coronary trunk stenosis. Arch Mal Cœur Vaiss. 1989; 82(12): 2027–33.
- [104] Da Costa, Tardy B, Favre JP, Guy JM, Racht F. La pathologie du tronc coronaire gauche. Arch. Mal Cœur, 1994, 87 : 1225–1232.
- [105] Cohen MV, Carlin R. Main left coronary artery disease. Clinical experience from 1964–1974. Circulation 1975 ; 52 : 275–85
- [106] Younes Moutakiallah et al. The Pan African Medical Journal La chirurgie coronaire sous circulation extra-corporelle chez le patient diabétique Hôpital militaire d'instruction Mohammed V Rabat, 2014
- [107] Habib Ben Ahmed Mono-pontage versus pontage bilatéral mammaire interne : Résultats immédiats et à moyen terme La Tunisie Médicale – 2012 ; Vol 90 ( n°010 ) : 720 – 724
- [108] Durrleman N, Cartier R. Revascularisation coronaire a coeur battant : aspects theoriques et pratiques. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques Chirurgicales – Thorax, 42–700–L, 2006.
- [109] Sellier, Chatellier G, Dubois C, d'Agrosa-Boiteux MC, Davard H, Goepfert P, et al. Pronostic et evaluation du risque chez le coronarien opéré (PERISCOP), Arch Mal Cœur Vaiss 2001 ; 94 : 1147–54.

- [110] Bridgewater B ,Gummert J .The European Association for Cardio–Thoracic Surgery . Fourth EACTS Adult Cardiac Surgical Database Report 2010 Towards global benchmarking .
- [111] Dinh DT, Tran L,Chand V et coll. Australasian Society of Cardiac and Thoracic Surgeons (ASCTS). Victorian Cardiac Surgery Database Program Public Report 2009 – 2010.
- [112] Grondin CM, Campeau L, Lesperance J, Enjalbert M, Bourassa M. Comparison of later changes in internal mammary artery and saphenous vein grafts in two consecutive series of patients 10 years after operation. *Circulation* 1984 ; 70 (suppl. 1) : 208–21.
- [113] Lytle BW, Loop FD, Cosgrove DM, Ratliff NB, Easley K, Taylor PC. Long–term (5 to 12 years) serial studies of internal mammary artery and saphenous vein coronary bypass grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985 ; 89 : 248–58.
- [114] Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, et al. Influence of the internal mammary artery graft on 10–year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 1986 ; 314 : 1–6.
- [115] Barner HB, Standeven JW, Reese J. Twelve– year experience with internal mammary artery for coronary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985 ; 90 : 668–75.
- [116] Cameron A, Davis KB, Green G, Schaff HV. Coronary bypass surgery with Internalthoracic– artery grafts : effects on survival over a 15–year period. *N Engl J Med* 1996 ; 334 : 216–9.

- [117] Lytle BW, Blackstone EH, Sabik JF, et al. The effect of bilateral internal thoracic artery grafting on survival during 20 postoperative years. *Ann. Thorac. Surg* 2004; 78:2005–12; discussion 2012–14.
- [118] Mohammadi S, Dagenais F, Doyle D, et al. Age cut-off for the loss of benefit from bilateral internal thoracic artery grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008; 33:977–82.
- [119] Taggart DP, Douglas GA, Alastair MG, et al. Randomised trial to compare bilateral versus single internal mammary coronary artery bypass grafting : 1-year results of the Arterial Revascularisation Trial (ART). *European Heart Journal* 2010; 31: 2470–81.
- [120] Barner HB, Standeven JW, Reese J. Twelve-year experience with internal mammary artery for coronary artery bypass. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg* 1985; 90:668–75.
- [121] Lytle BW, Loop FD, Cosgrove DM, et al. Long-term (5 to 12 years) serial studies of internal mammary artery and saphenous vein coronary bypass grafts. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg* 1985; 89:248–58.
- [122] Barner HB, Swartz MT, Mudd JG, Tyras DH. Late patency of the internal mammary artery as a coronary bypass conduit. *Ann. Thorac. Surg* 1982; 34:408–12.
- [123] Stevens LM, Carrier M, Perrault LP, et al. Influence of diabetes and bilateral internal thoracic artery grafts on long-term outcome for multivessel coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 27:281–88.

- [124] Taggart DP, D'Amico R, Altman DG. Effect of arterial revascularisation on survival: a systematic review of studies comparing bilateral and single internal mammary arteries. *Lancet* 2001; 358:870–75.
- [125] Athanasiou T, Crossman MC, Asimakopoulos G et al. Should the internal thoracic artery be skeletonised? *Ann Thorac Surg* 2004;77:2238–2246.
- [126] Calafiore AM, Vitolla G, Iaco AL et al. Bilateral internal mammary artery grafting: midterm results of pedicled vs. skeletonised conduits. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1637–1642.
- [127] Glineur D, Hanet C, Poncelet A, et al. Comparison of Bilateral Internal Thoracic Artery Revascularization Using In Situ or Y Graft Configurations: A Prospective Randomized Clinical, Functional, and Angiographic Midterm Evaluation. *Circulation* 2008;118;S216– S221..
- [128] He GW. Arterial grafts for coronary artery bypass grafting: biological characteristics, functional classification, and clinical choice. *Ann Thorac Surg* 1999 ; 67 : 277–84.
- [129] Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA. Bilateral radial artery grafts in coronary reconstruction: technique and early results in 261 patients. *Ann Thorac Surg* 1998 ; 66 : 714
- [130] Jegaden O, Eker A, Montagna P, et al. Technical aspects and late functional results of gastroepiploic bypass grafting (400 cases). *Eur J Cardio-Thorac Surg* 1995 ; 9 : 575–81.

- [131] F. Monassier, C. Mattei , G. Gavra , R. Dallemand , P. Lallemand , C. Olteane , A. Semenescu , P. Durasnel , J.P. Monassier , N. Bischoff Le pontage coronaire à coeur battant : à propos de 1080 patients Annales de Cardiologie et d'Angéiologie 54 (2005) 299-304
- [132] Abu-Omar Y, Taggart DP. Off-pump coronary artery bypass grafting. Lancet 2002;360:327-9.
- [133] Arom KV, Emery RW, Flavin TF, Kshetry VR, Petersen RJ. OPCAB surgery a critical review of two different categories of preoperative ejection fraction. Eur J Cardiothoracic Surg 2001; 20:533-7.
- [134] Tsang JC, Morin JF, Tchervenkov CI, Platt RW, Sampalis J, Shum-Tim D. Single aortic clamp versus partial occluding clamp technique for cerebral protection during coronary artery bypass: a randomized prospective trial. J Card Surg 2003; 18(2):158-63.
- [135] Toumpoulis IK, Theakos N, Dunning J. Does bilateral internal thoracic artery harvest increase the risk of mediastinitis. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2007 Dec;6(6):787-91.