

ANNÉE 2014

N° 090

## MÉMOIRE

### *DU DIPLÔME D'ÉTUDES SPÉCIALISÉES DE PHARMACIE HOSPITALIERE ET DES COLLECTIVITES*

Soutenu devant le jury interrégional

Le 03 octobre 2014

Par Nicolas PREVOST

Conformément aux dispositions du Décret n° 2012-172 du 3 février

### THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

**La rythmologie interventionnelle : Quelle rentabilité  
médico-économique pour l'hôpital public ?**

**Président :** Monsieur le Professeur Gaël GRIMANDI

**Directeur :** Monsieur le Docteur Gilles LANDE

**Membres du jury :** Monsieur le Professeur Bertrand DECAUDIN  
Monsieur le Docteur Vincent GICQUEL  
Monsieur le Docteur Christophe LEUX

# REMERCIEMENTS

## **A Monsieur le Professeur Gaël Grimandi**

Pour cette année passée en tant qu'interne et représentant des internes, formatrice à bien des niveaux, pour m'avoir aiguillé, accompagné sur ce sujet et appris à mettre des verbes dans mes phrases, c'est un honneur de vous voir présider le jury de cette thèse.

## **A Monsieur le Docteur Gilles Lande**

Pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail, avoir accepté de le diriger, permettre sa réalisation et la qualité de vos partages d'expériences sur le sujet, je vous présente ma plus grande reconnaissance et toute ma gratitude.

## **A Monsieur le Professeur Bertrand Decaudin**

Pour avoir accepté de juger ce travail, c'est un honneur pour moi de vous compter parmi les membres de ce jury. Je vous en remercie chaleureusement.

## **A Monsieur le Docteur Vincent Gicquel**

Pour l'honneur que vous me faites d'avoir accepté de participer à ce jury, veuillez trouver ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

## **A Monsieur le Docteur Christophe Leux**

Pour avoir aidé à l'aboutissement à ce travail, accepté de le juger et répondu aux questions de dernière minute, je vous remercie sincèrement.

A toutes les personnes qui ont participé directement ou indirectement à la réalisation de ce travail, et qui l'ont rendu possible.

### **A mes parents et soeurs**

Pour leur éducation et leur soutien sans faille durant ces dix années et pour avoir relu et amélioré ce travail.

### **A mes partenaires de fac**

A tous ceux qui ont accompagné mes débuts dans ce monde, JF, Alexis, Delphine S, Jérôme, Florent, Mei-Li, Flavien, Pierre et tous les autres.

### **A mes binômes**

A Flavien pour avoir adopté en toute connaissance de cause mon mode de travail, Pierre pour avoir su s'y adapter sans en avoir le choix, Thomas pour avoir accompagné mes débuts en milieu hospitalier, Delphine B pour m'avoir supporté pendant une année complète, François et Agnès pour ses grands moments. Merci aux 4 derniers de m'avoir permis d'effectuer le grand chelem en termes de semestres de cointernat réussis.

### **Aux Internes**

A tous ceux que j'ai croisés durant ces quatre années Nico S, Clément, les Anais, Marion, Tifenn, Mathilde, Benjamin, Geoffrey, ... liste non exhaustive !

### **Aux amateurs de baby-foot**

A François, Nico S et Clément pour ces midis remplis d'intelligence et de courtoisie. Merci à Anais R d'avoir participé de temps en temps afin de laisser la possibilité à certains de l'emporter quelques fois.

# SOMMAIRE

**ABREVIATIONS ..... - 8 -**

**Liste des figures ..... - 10 -**

**Liste des tableaux..... - 12 -**

**INTRODUCTION GENERALE..... - 15 -**

1. Rappels anatomophysiologiques. .... - 16 -

*1.1. Anatomie du cœur..... - 16 -*

1.1.1. Situation et morphologie..... - 16 -

1.1.2. Connexions vasculaires..... - 16 -

1.1.3. Valves cardiaques ..... - 17 -

*1.2. Histologie..... - 18 -*

1.2.1. Tissu myocardique ..... - 18 -

1.2.2. Tissu nodal..... - 18 -

1.2.3. Tissu de conduction..... - 19 -

*1.3. Physiologie..... - 19 -*

1.3.1. Activité électrique cardiaque..... - 20 -

1.3.2. Automatisme cardiaque ..... - 22 -

1.3.3. Cycle cardiaque ..... - 24 -

*1.4. Electrocardiographie..... - 26 -*

2. Les troubles du rythme et leur prise en charge..... - 28 -

*2.1. Physiopathologie..... - 28 -*

2.1.1. Réentrées : ..... - 28 -

2.1.2. Automaticité : ..... - 28 -

2.1.3. Activité déclenchée ..... - 28 -

2.1.4. Canalopathies.....	- 29 -
2.1.5. Bradyarythmies .....	- 29 -
<b>2.2. Troubles du rythme .....</b>	<b>- 29 -</b>
2.2.1. Fibrillation auriculaire .....	- 29 -
2.2.2. Flutters atriaux .....	- 33 -
2.2.3. Tachycardies jonctionnelles .....	- 34 -
2.2.4. Troubles du rythme ventriculaires .....	- 36 -
<b>2.3. Diagnostic des troubles du rythme .....</b>	<b>- 37 -</b>
2.3.1. Méthodes non invasives .....	- 37 -
2.3.2. Exploration électrophysiologique .....	- 38 -
2.3.3. Cartographie intracardiaque en 3 dimensions (3D) .....	- 40 -
<b>2.4. Traitements des troubles du rythme .....</b>	<b>- 42 -</b>
2.4.1. Traitement pharmacologique .....	- 42 -
2.4.2. Cardioversion électrique.....	- 44 -
2.4.3. Stimulateurs et défibrillateurs implantables .....	- 44 -
2.4.4. Ablation par radiofréquence (RF).....	- 45 -
2.4.5. Cryoablation.....	- 58 -
<b>3. Evaluation et valorisations économiques des activités hospitalières -</b>	<b>61 -</b>
<b>3.1 Tarification à l'activité : une révolution du modèle hospitalier -</b>	<b>61 -</b>
3.1.1. Historique du financement hospitalier en France .....	- 61 -
3.1.2. Objectifs .....	- 62 -
3.1.3. Missions d'un établissement hospitalier.....	- 63 -
3.1.4. Limites des systèmes de financement basés sur l'activité .....	- 65 -
<b>3.2. Le Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information : la</b>	<b>base de la T2A .....</b>
3.2.1. Objectifs du PMSI.....	- 67 -
3.2.2. Les différents résumés d'hospitalisation .....	- 67 -

3.2.3. Les Groupements Homogènes de Malades .....	- 68 -
3.2.4. Parcours des informations liées à un séjour .....	- 72 -
3.2.5. Limites du PMSI court séjour .....	- 73 -
<b>3.3. Le référentiel national des coûts : du coût d'un séjour à son tarif .-</b>	<b>74 -</b>
3.3.1 Les Etudes Nationales de Coûts .....	- 74 -
3.3.2. Les Groupes Homogènes de Séjours .....	- 75 -
3.3.3. Limites des ENC .....	- 75 -
3.3.4. Historique de la rythmologie interventionnelle dans la T2A .....	- 76 -
<b>3.4. Financements en sus des Groupes Homogènes de Séjours ...-</b>	<b>82 -</b>
3.4.1 Activités Cliniques .....	- 82 -
3.4.2. Médicaments et dispositifs médicaux innovants et onéreux.....	- 82 -
<b>3.5. Analyses médico-économiques en santé.....</b>	<b>- 83 -</b>
3.5.1. Les différents types d'études médico-économiques.....	- 84 -
3.5.2. Les différents coûts utilisés .....	- 84 -
3.5.3. Evaluation des coûts directs médicaux .....	- 85 -
3.5.4. Etudes médico-économiques sur la rythmologie interventionnelle.....	- 86 -
<b>4. Etude médico-économique.....</b>	<b>- 88 -</b>
<b>4.1. Objectifs de l'étude .....</b>	<b>- 88 -</b>
<b>4.2. Matériels et population.....</b>	<b>- 88 -</b>
4.2.1. Population de patients .....	- 88 -
4.2.2. Données cliniques et épidémiologiques .....	- 89 -
4.2.3. Données opératoires .....	- 89 -
4.2.4. Mesure des coûts .....	- 89 -
4.2.5. Impacts des différents facteurs liés à un épisode.....	- 92 -
4.2.6. Analyses statistiques .....	- 92 -
<b>4.3 Résultats.....</b>	<b>- 92 -</b>
4.3.1. Statistiques descriptives .....	- 92 -

4.3.2. Détermination des coûts variables.....	- 93 -
4.3.3. Etude de la rentabilité totale.....	- 96 -
4.3.4. Etude de la rentabilité des épisodes en fonction du GHM racine.....	- 97 -
4.3.5. Détermination de la rentabilité des épisodes en fonction de l'indication-	100
-	
4.3.6. Analyse de sensibilité .....	- 109 -
4.4. Discussion .....	- 116 -
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>- 123 -</b>
<b>LISTE DES ANNEXES .....</b>	<b>- 123 -</b>

# ABREVIATIONS

3.D.	Trois Dimensions
A.T.I.H.	Agence Technique de l'Information Hospitalière
A.V.C	Accident Vasculaire Cérébral
C.C.A.M.	Classification Commune des Actes Médicaux
C.H.U.	Centre Hospitalo-Universitaire
C.M.D.	Catégorie Majeure de Diagnostic
D.A.S.	Diagnostic Associé Significatif
D.M.	Dispositif Médical
D.M.S.	Durée Moyenne de Séjour
D.P.	Diagnostic Principal
D.R.G.	Diagnosis Related Group
D.S.	Durée de Séjour
E.C.G.	Electrocardiogramme
E.E.P.	Exploration Electro-Physiologique
E.H.B.L.	Etablissement Hospitalier à But Lucratif
E.N.C.	Etude Nationale de Coûts
E.P.S.	Etablissement Public de Santé
E.S.C.	European Society of Cardiology
E.S.P.I.C.	Etablissement de Santé Privé à Intérêt Collectif
E.S.V.	Extrasystole Ventriculaire
F.A.	Fibrillation Auriculaire
G.H.M.	Groupe Homogène de Malades
G.H.S.	Groupe Homogène de Séjour
M.C.O.	Médecine Chirurgie Obstétrique



N.A.V.	Nœud Auriculo-Ventriculaire
O.G.	Oreillette Gauche
O.D.	Oreillette Droite
P.A.	Potentiel d'Action
P.M.S.I.	Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information
P.R.A.	Période Réfractaire Absolue
P.R.R.	Période Réfractaire Relative
S.I.	Soins Intensifs
S.I.M.	Service d'Information Médicale
T.2.A.	Tarifcation à l'Activité
T.J.	Tachycardie Jonctionnelle
T.R.V.	Troubles du Rythme Ventriculaire
T.T.C.	Toutes Taxes Comprises
V.G.	Ventricule Gauche
V.D.	Ventricule Droit
V.P.	Veine Pulmonaire

# LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Configuration interne du cœur, connexions vasculaires et valves .....	- 17 -
Figure 2 : Tissus nodal et conducteur .....	- 19 -
Figure 3 : Potentiels d'action cardiaques d'un cardiomyocyte contractile .....	- 22 -
Figure 4 : Potentiel d'action d'une cellule du tissu nodal .....	- 23 -
Figure 5 : Différentes phases du cycle cardiaque .....	- 26 -
Figure 6 : Eléments d'un électrocardiogramme normal .....	- 27 -
Figure 7 : Mécanismes de la FA .....	- 31 -
Figure 8 : Projection de la prévalence de la FA aux Etats-Unis .....	- 32 -
Figure 9 : Flutter droit antihoraire .....	- 33 -
Figure 10 : Différents types de réentrées provoquant une tachycardie jonctionnelle .	- 35 -
Figure 11 : Cathéter d'électrophysiologie decapolaire Multicath® .....	- 39 -
Figure 12 : Représentation schématique des 3 champs électromagnétiques du système CARTO .....	- 41 -
Figure 13 : Action des classes d'anti-arythmiques selon Vaughan et Williams .....	- 43 -
Figure 14 : Défibrillateur implantable et ses sondes positionnées dans le ventricule droit .....	- 45 -
Figure 15 : Cathétérisme transeptal .....	- 47 -
Figure 16 : Dispositifs médicaux utilisés pour le cathétérisme transeptal .....	- 48 -
Figure 17 : Générateur de Radiofréquence .....	- 48 -
Figure 18 : Cathéter d'ablation .....	- 49 -
Figure 19 : Cathéter d'ablation irrigué .....	- 50 -
Figure 20 : Isolation des veines pulmonaires .....	- 51 -
Figure 21 : Cathéter multipolaire de type Lasso .....	- 52 -
Figure 22 : Différentes conformations d'un cathéter de type Lasso à diamètre variable .....	- 53 -
Figure 23 : Cathéter circulaire PVAC .....	- 54 -

Figure 24 : Recommandations de prise en charge de la FA paroxystique ou permanente .....	- 55 -
Figure 25 : Place de l'ablation par RF dans les recommandations de l'ESC .....	- 56 -
Figure 26 : Recommandations de prise en charge du flutter atrial.....	- 57 -
Figure 27 : Cryoballon surmonté du cathéter de cartographie .....	- 59 -
Figure 28 : Historique du financement des établissements de santé en France .....	- 62 -
Figure 29 : Modes de financements en fonction de l'activité hospitalière .....	- 65 -
Figure 30 : Décomposition du GHM 05K191 selon la classification des GHM .....	- 72 -
Figure 31 : Traitement des données d'un séjour du codage à l'externalisation .....	- 73 -
Figure 32 : Différentes sections analytiques d'un séjour selon l'ENCC.....	- 75 -
Figure 33 : Actes classant dans le GHM racine 05K19.....	- 77 -
Figure 34 : Actes classant dans le GHM 05K20 .....	- 77 -
Figure 35 : Actes classant dans le GHM racine 05K10.....	- 78 -
Figure 36 : Evolution des coûts des GHM 05K101, 05K111, 05K191 et 05K201 évalués par les ENC.....	- 79 -
Figure 37 : Evolution de la tarification des GHS majoritaires en rythmologie interventionnelle pour les EPS et les ESPIC selon l'ATIH.....	- 80 -
Figure 38 : Coûts moyens de séjour pour une ablation de FA par année et par pays -	87 -
Figure 39 : Coûts moyens liés aux DM en fonction du GHM racine .....	- 93 -
Figure 40 : Coûts moyens liés aux DM en fonction de l'indication.....	- 94 -
Figure 41 : Coûts moyens liés aux DM en fonction du type de flutter.....	- 95 -
Figure 42 : Temps d'occupation de salle et chirurgical par technique d'ablation .....	- 102 -
Figure 43 : Coûts moyens (en €) des différentes étapes d'une ablation par radiofréquence d'une FA dans le coût lié aux DM .....	- 103 -
Figure 44 : Coûts moyens (en €) des différentes étapes d'une ablation d'un flutter gauche dans le coût lié aux DM.....	- 105 -
Figure 45 : Coûts moyens (en €) des différentes étapes d'une ablation d'un flutter droit dans le coût lié aux DM.....	- 106 -
Figure 46 : Coûts moyens (en €) des différentes étapes d'une ablation d'un TRV dans le coût lié aux DM.....	- 108 -
Figure 47 : Différents coûts associés à un épisode d'ablation de FA.....	- 114 -

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Effets des différentes classes d'anti-arythmiques selon Vaughan et Williams .....	- 42 -
Tableau 2 : Catégories majeures de diagnostic.....	- 69 -
Tableau 3 : Actes classants.....	- 70 -
Tableau 4 : Niveaux de sévérité d'un GHM racine .....	- 71 -
Tableau 5 : Cout moyen (en €) d'un séjour en fonction du statut de l'établissement et du GHM.....	- 79 -
Tableau 6 : Comparaison entre coût moyen et tarification du GHS associé par GHM et année.....	- 81 -
Tableau 7 : Coût moyen des DM pour le GHM 05K191 .....	- 81 -
Tableau 8 : Statistiques descriptives des sous-populations liées au GHM racine .....	- 92 -
Tableau 9 : Statistiques descriptives des sous-populations liées à l'indication.....	- 92 -
Tableau 10 : Part du coût des DM sur le coût total moyen d'un épisode en fonction du GHM.....	- 94 -
Tableau 11 : Coûts moyens liés aux spécialités pharmaceutiques au sein des échantillons et de l'ENC.....	- 95 -
Tableau 12 : Surcoûts moyens induits par les différents coûts variables par rapport à l'ENC.....	- 96 -
Tableau 13 : Coûts moyens et rentabilités moyennes et totales en fonction du GHM racine.....	- 96 -
Tableau 14 : Coûts moyens et rentabilités moyennes et totales en fonction de l'indication .....	- 96 -
Tableau 15 : Coûts moyens et rentabilités moyennes et totales estimés pour les épisodes rattachés au GHM racine 05K10 .....	- 97 -
Tableau 16 : Coûts moyens estimés des épisodes rattachés au GHM 05K101 comparés aux coûts de l'ENC.....	- 97 -
Tableau 17 : Coûts moyens et rentabilités moyennes et totales estimés pour les épisodes rattachés au GHM racine 05K19.....	- 98 -

Tableau 18 : Coûts moyens estimés des épisodes rattachés au GHM 05K191 comparés aux coûts de l'ENC .....	- 98 -
Tableau 19 : Coûts moyens et rentabilités moyennes et totales estimés pour les épisodes rattachés au GHM racine 05K20 .....	- 98 -
Tableau 20 : Coûts moyens estimés des épisodes rattachés au GHM 05K201 comparés aux coûts de l'ENC .....	- 99 -
Tableau 21 : Rentabilités moyennes et totales des GHM 05K101, 05K191 et 05K201 avec les coûts estimés par l'ENC et par l'étude.....	- 99 -
Tableau 22 : Coûts moyens et rentabilités moyennes et totales estimés en fonction de l'indication .....	- 100 -
Tableau 23 : Coûts moyens lié aux DM en fonction des différentes options utilisées pour l'EEP .....	- 101 -
Tableau 24 : Comparaison des coûts et rentabilité moyens entre les épisodes de maladie de Steinert et les EEP classiques.....	- 101 -
Tableau 25 : Coûts et rentabilités moyens calculés en fonction du type d'ablation de FA .....	- 102 -
Tableau 26 : Différentes options et coûts associés par étapes d'ablation de FA.....	- 104 -
Tableau 27 : Coût moyen lié aux DM lors de l'ablation d'un flutter en fonction du GHM .....	- 105 -
Tableau 28 : Coûts et rentabilités moyens en fonction du type de tachycardie jonctionnelle .....	- 107 -
Tableau 29 : Différentes options et coûts associés par étapes d'ablation de TJ .....	- 107 -
Tableau 30 : Différentes options et coûts associés par étapes d'ablation d'un TRV .	- 108 -
Tableau 31 : Durées moyennes de séjour de l'étude et de l'ENC en fonction du GHM .....	- 109 -
Tableau 32 : Rentabilités moyennes et totales en fonction de la durée du séjour ...	- 109 -
Tableau 33 : Coûts moyens et rentabilités moyenne et totale en fonction de la sévérité de l'épisode.....	- 110 -
Tableau 34 : Etude du codage des diagnostics associés ciblés .....	- 111 -
Tableau 35 : Evolution des rentabilités moyennes et totales des épisodes de FA après ajout des suppléments SI pour chacun d'entre eux .....	- 112 -

Tableau 36 : Coûts moyens et rentabilités moyennes et totales avec les options les moins coûteuses par procédure..... - 112 -

Tableau 37 : Rentabilités moyennes estimées en fonction de la méthode d'ablation simulée ..... - 113 -

Tableau 38 : Evaluation du coût du personnel médical et paramédical (2 PH + 1 IDE) associé à une procédure d'ablation de FA en fonction de la technique ..... - 114 -

Tableau 39 : Evaluation du coût du personnel médical et paramédical (1 PH + 2 IDE) associé à une procédure d'ablation de FA en fonction de la technique ..... - 115 -

# INTRODUCTION GENERALE

Les troubles du rythme se définissent comme toutes les altérations du rythme cardiaque normal dit sinusal. Leurs manifestations cliniques sont extrêmement variables selon leur nature et le terrain du patient. Leurs complications sont non négligeables, que ce soit à court terme (risque de mort subite) ou à long terme (insuffisance cardiaque ou cardiopathie rythmique, accidents thromboemboliques). (1)

La rythmologie interventionnelle a comme domaines d'action, l'étude intracardiaque de ces troubles et leur ablation. Il s'agit principalement de stratégies thérapeutiques à visée curative. Une meilleure connaissance des mécanismes électrophysiologiques et une évolution importante des dispositifs médicaux et équipements biomédicaux destinés à l'ablation ont considérablement modifié la prise en charge de ces troubles, ces vingt dernières années. La constante innovation dans ces domaines a également mené à une augmentation substantielle du coût de ces dispositifs.

Les prévalences et incidences des principaux troubles du rythme sont en constante progression. En effet leurs épidémiologies sont corrélées avec l'âge. La fibrillation auriculaire (FA) touche 0,5 % de la population avant 50 ans et entre 5 à 15 % après 85 ans. (2) Le flutter est un autre exemple, sa prévalence est de 5‰ après 80 ans et est cent fois inférieure avant 50 ans. (3) L'impact économique de leur prise en charge est ainsi un sujet qui a beaucoup été étudié ces dernières années. La FA, le plus fréquent des troubles du rythme, est l'indication la plus étudiée. Des études coût-efficacité comparent les différentes stratégies thérapeutiques entre elles. Le point de vue choisi est le plus souvent celui du système de santé et est centré sur la seule FA. Néanmoins, est-il intéressant pour une structure hospitalière de développer cette activité au vu des coûts engagés par les dispositifs médicaux ?

Au CHU de Nantes, une salle medicotechnique et le personnel associé sont dédiés à la rythmologie interventionnelle. L'objectif de ce travail de thèse, est d'estimer la rentabilité globale de cette activité à l'échelon local et d'identifier des facteurs permettant de l'optimiser.

# **1. Rappels anatomophysiologiques sur le cœur et le rythme cardiaque.**

Le cœur est un organe musculaire et l'élément mécanique principal du fonctionnement du système circulatoire. Ses contractions rythmiques servent à envoyer le sang au contact de ses zones cibles. Pour comprendre les troubles qui lui sont associés, il est nécessaire de décrire son fonctionnement normal.

## **1.1. Anatomie du cœur**

### **1.1.1. Situation et morphologie**

Le cœur est enveloppé par le péricarde. L'ensemble est situé au niveau thoracique dans le médiastin antérieur, posé sur le diaphragme en avant du médiastin postérieur (notamment l'œsophage). (4,5) Il est constitué de quatre cavités : deux oreillettes (séparées par le septum interauriculaire) et deux ventricules (séparés par le septum interventriculaire). On peut le séparer en deux entités aux fonctions différentes (Figure 1) :

- Le cœur droit : il est composé de l'oreillette droite (OD) et du ventricule droit (VD) séparés par l'ostium atrio-ventriculaire droit ou ostium tricuspide (TRI). Il communique avec le tronc pulmonaire via l'ostium pulmonaire (P). Sa fonction principale est d'envoyer le sang veineux pauvre en oxygène au sein de la circulation pulmonaire pour le réoxygéner.
- Le cœur gauche : il est composé de l'oreillette gauche (OG) et du ventricule gauche (VG) séparés par l'ostium atrio-ventriculaire gauche ou ostium mitral (MI). Il communique avec l'aorte via l'ostium aortique. Sa fonction principale est d'envoyer le sang artériel oxygéné au sein de la circulation générale.

### **1.1.2. Connexions vasculaires**

Le cœur est relié à un certain nombre de vaisseaux sanguins :

- Les veines caves inférieure (VCI) et supérieure (VCS) sont connectées à l'oreillette droite pour le retour du sang veineux.
- L'artère pulmonaire (AP) est reliée au ventricule droit qui lui envoie ce même sang veineux.
- Les veines pulmonaires (VP) sont connectées à l'oreillette gauche pour le retour du sang artériel réoxygéné.



- La Crosse aortique (Cao), partie proximale de l'aorte est reliée au ventricule gauche pour l'envoi de ce même sang artériel dans la circulation sanguine générale.

### 1.1.3. Valves cardiaques

Pour séparer chaque cavité et préserver l'unidirectionnalité du flux sanguin au sein du cœur, celui-ci dispose de quatre valves. Les valves sont des structures non musculaires, qui ne sont ni innervées ni irriguées, composées d'un anneau fibreux et de deux ou trois valvules dont la jointure est continente :

- La valve tricuspide : composée de trois valvules, reliées aux muscles par des cordages fibreux, et située au niveau de l'ostium tricuspide entre l'oreillette et le ventricule droits.
- La valve pulmonaire : composée de trois valvules et située au niveau de l'ostium pulmonaire entre le ventricule droit et l'artère pulmonaire.
- La valve mitrale : composée de deux valvules, reliées aux muscles par des cordages fibreux et située au niveau de l'ostium mitral entre l'oreillette et le ventricule gauches.
- La valve aortique : composée de trois valvules et située au niveau de l'ostium aortique entre le ventricule gauche et la crosse aortique.

Les abouchements veineux (VCI, VCS, VP) ne disposent pas d'appareil valvulaire.

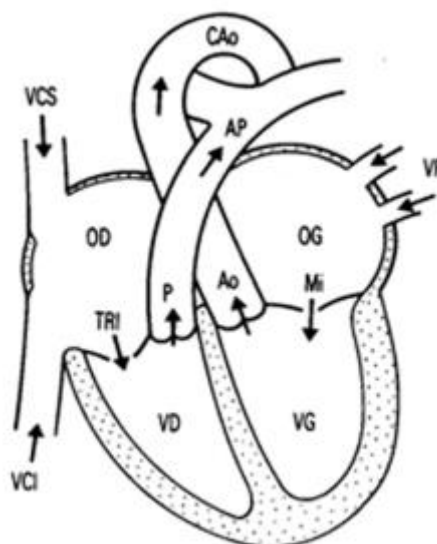


Figure 1 : Configuration interne du cœur, connexions vasculaires et valves (6)

## **1.2. Histologie**

L'activité musculaire du cœur repose sur différents tissus et cellules spécifiques : les cardiomyocytes, responsables de l'activité mécanique et les cellules nodales et de conduction, responsables de l'activité électrique. (7)

### **1.2.1. Tissu myocardique**

Il s'agit d'un tissu musculaire dont les principales fonctions sont assurées par les cardiomyocytes, responsables de la contractilité du cœur. Les cardiomyocytes sont des cellules musculaires contenant des myofibrilles composées d'unités répétitives, les sarcomères, elle-même limitées par les stries Z. Les sarcomères présentent en alternance des filaments d'actine et de myosine, le glissement relatif de ces filaments entraîne un raccourcissement du sarcomère et la contraction musculaire.

Si ce principe de contraction les rapproche de celui des cellules musculaires squelettiques, les cardiomyocytes possèdent plusieurs spécificités qui expliquent leurs différences de fonctionnement :

- La disposition des sarcomères ne se fait pas en faisceaux mais au sein d'une masse qui diverge autour du noyau modifiant ainsi le type de contraction cellulaire.
- La jonction intercellulaire est constituée d'un disque intercalaire lui donnant une allure scalariforme (en marches d'escaliers) : augmentation de la diffusion des potentiels d'action et donc contraction plus rapide.
- L'absence de plaque motrice et donc de jonction neuromusculaire : Le système nerveux ne constitue pas l'origine de la contraction, celle-ci est autonome. Néanmoins le système nerveux joue le rôle de régulateur de ces contractions.

### **1.2.2. Tissu nodal**

Il s'agit du tissu responsable de la création des impulsions électriques. Il est formé par les cellules nodales. Ce sont des cellules à la disposition lâche pauvres en myofibrilles.

Contrairement aux autres cellules cardiaques, leur composition membranaire comprenant de nombreux canaux calciques lents et dépourvue de canaux sodiques leur offre une capacité unique. Elles peuvent produire un potentiel d'action sans stimulation extérieure. Leur pouvoir contractile étant quasi-nul, c'est la transmission de ce potentiel d'action aux cellules environnantes qui est importante.

Les cellules nodales sont regroupées et se retrouvent principalement dans deux localisations appelées *nœuds* (Figure 2) :

- Le nœud sinusal situé à l'angle de la veine cave supérieure et de l'oreillette droite.
- Le nœud auriculo-ventriculaire situé au niveau de la cloison interauriculaire, près des ventricules.

### 1.2.3. Tissu de conduction

Le tissu de conduction assure le transfert des potentiels d'action initiés par le tissu nodal jusqu'aux cardiomyocytes contractiles. Les cellules du tissu conducteur sont elles aussi pauvres en myofibrilles.

Au niveau auriculaire, le tissu de conduction forme trois voies de conduction ou bandelettes auriculaires (antérieure, médiane et postérieure) qui relient le nœud sinusal au nœud auriculo-ventriculaire.

Au niveau ventriculaire, part du nœud auriculo-ventriculaire, une branche de conduction appelée Faisceau de His qui se divise rapidement en deux branches (assurant la conduction de chacun des deux cœurs). Ces deux branches se ramifient progressivement dans leur ventricule respectif pour couvrir l'intégralité du tissu myocardique. Cette ramification forme le réseau de Purkinje.

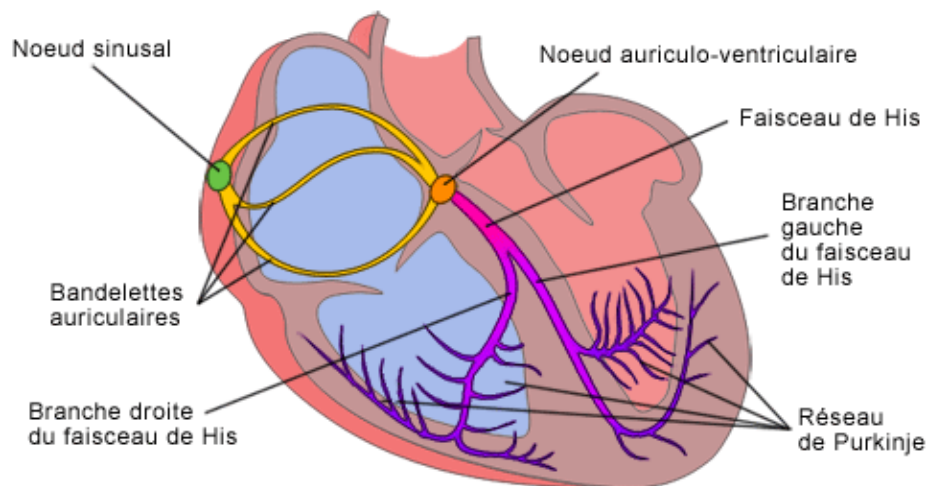


Figure 2 : Tissus nodal et conducteur (8)

### 1.3. Physiologie

Le cœur peut être considéré comme une double pompe musculaire (cœur droit et cœur gauche) pulsant le sang de manière synchrone dans les deux circulations (pulmonaire et générale). L'ensemble possède une capacité d'adaptation aux besoins de

l'organisme. Comme tout muscle, le cœur est commandé par l'activité électrique soumise à ses cellules contractiles. (9,10)

### **1.3.1. Activité électrique cardiaque**

L'activité électrique cellulaire est mesurée par des potentiels membranaires, exprimés en Volts. Un potentiel membranaire correspond à la différence de potentiel entre les deux faces de la membrane cellulaire. Par convention un potentiel membranaire s'exprime toujours du secteur intracellulaire par rapport au secteur extracellulaire. Une membrane cellulaire est constamment polarisée de par ses caractéristiques physiques (impermeabilité, haute résistance électrique) et la séparation de charges induite par le flux ionique permanent créé par l'action de ses protéines transmembranaires.

#### 1.3.1.1. Protéines transmembranaires impliquées

Les ions concernés dans ces flux sont le sodium ( $\text{Na}^+$ ), le potassium ( $\text{K}^+$ ) et le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) via : (10)

- Canaux potassiques voltages-dépendants : leur ouverture est régie par le potentiel membranaire et forment différents courants sortants.
- Canaux sodiques voltages-dépendants : leur ouverture rapide est régie par le potentiel membranaire et forme un courant entrant.
- Canaux calciques voltage-dépendants (de type L) : Ils laissent passer spécifiquement les ions  $\text{Ca}^{2+}$ . Leur ouverture lente est régie par le potentiel membranaire et forme un courant entrant.
- Echangeurs Na/Ca : Ils assurent l'échange de 3 ions  $\text{Na}^+$  du secteur intracellulaire au secteur extracellulaire contre 1 ion  $\text{Ca}^{2+}$ .
- Pompes  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ATPase : Pompes qui permettent le passage actif (utilisant l'ATP) d'ions contre leur gradient de concentration. Elles assurent le passage de 3 ions  $\text{Na}^+$  du milieu intracellulaire au milieu extracellulaire contre 2 ions  $\text{K}^+$  qui effectuent le sens inverse.

Dans le cas des cellules excitables (nerveuses et musculaires), il existe deux types de potentiel : le potentiel de repos (PR) et le potentiel d'action (PA).

#### 1.3.1.2. Potentiels membranaires :

Le potentiel de repos d'un cardiomyocyte est toujours négatif (entre -60 et -90 mV), maintenu par un courant sortant potassique. Celui-ci est facilité par le maintien d'un gradient de concentration créé par l'action de pompes  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ATPase qui

accumulent le  $K^+$  au niveau intracellulaire. La polarisation de la membrane s'explique donc par les effets antagonistes de ces deux protéines transmembranaires.

Le potentiel d'action se caractérise, lui, par l'inversion transitoire du potentiel membranaire puis son retour à son état de repos. Celui-ci devient positif après une dépolarisation d'amplitude comprise entre 80 et 130 mV.

Le potentiel d'action d'un cardiomyocyte ne peut être généré qu'après une stimulation extérieure et est lié à une variation transitoire des concentrations ioniques intracellulaires. Cette variation s'explique par l'activation et l'ouverture de canaux sodiques rapides voltage-dépendants. Leur ouverture est soumise à une valeur seuil de potentiel (-50 mV), qui ne peut être atteinte lors du potentiel de repos. Ceci explique la nécessité de la stimulation extérieure pour créer le potentiel d'action.

Lors de la phase de repolarisation, les canaux de rectification potassiques et voltage-dépendant ainsi que les canaux lents calciques de type L sont cette fois impliqués.

On peut alors différencier 5 phases distinctes qui se succèdent de manière cyclique (Figure 3) :

- Phase 0 : ouverture massive et brutale des canaux rapides  $Na^+$  liée à une stimulation. Cette phase correspond à la dépolarisation de la cellule.
- Phase 1 : Première phase de repolarisation rapide appelée « spike ». Lors de cette phase, le potentiel de membrane devenu positif inactive l'action des canaux responsables du courant entrant sodique.
- Phase 2 : équilibre entre certains courants sortants voltage-dépendants de  $K^+$  et deux courants entrants lents de  $Ca^{2+}$  voltage-dépendant (valeur seuil -40 mV) ou non activés lors de la phase 0. Cette phase est une phase de repolarisation lente caractérisée par un plateau.
- Phase 3 : Les courants entrants de  $Ca^{2+}$  sont à leur tour inactivés tandis que le courant sortant de  $K^+$  s'intensifie. Cette phase correspond à la fin de la repolarisation.
- Phase 4 : Potentiel de repos

#### 1.3.1.3. Périodes réfractaires

Il existe un intervalle de temps (entre le début du PA et le milieu de la phase 3) pendant lequel il est impossible de déclencher un nouveau PA : il s'agit de la période réfractaire absolue (PRA). La PRA est suivie par la période réfractaire relative (PRR) pendant laquelle une réponse incomplète en termes de repolarisation peut être obtenue avec une stimulation plus élevée que la normale.

La PRA et la PRR sont expliquées par l'inactivation des canaux rapides sodiques et lents calciques voltage-dépendants. Elles préviennent la fusion de contractions trop rapprochées qui entraineraient une tétanie du myocarde et la dysfonction mécanique de la pompe cardiaque.

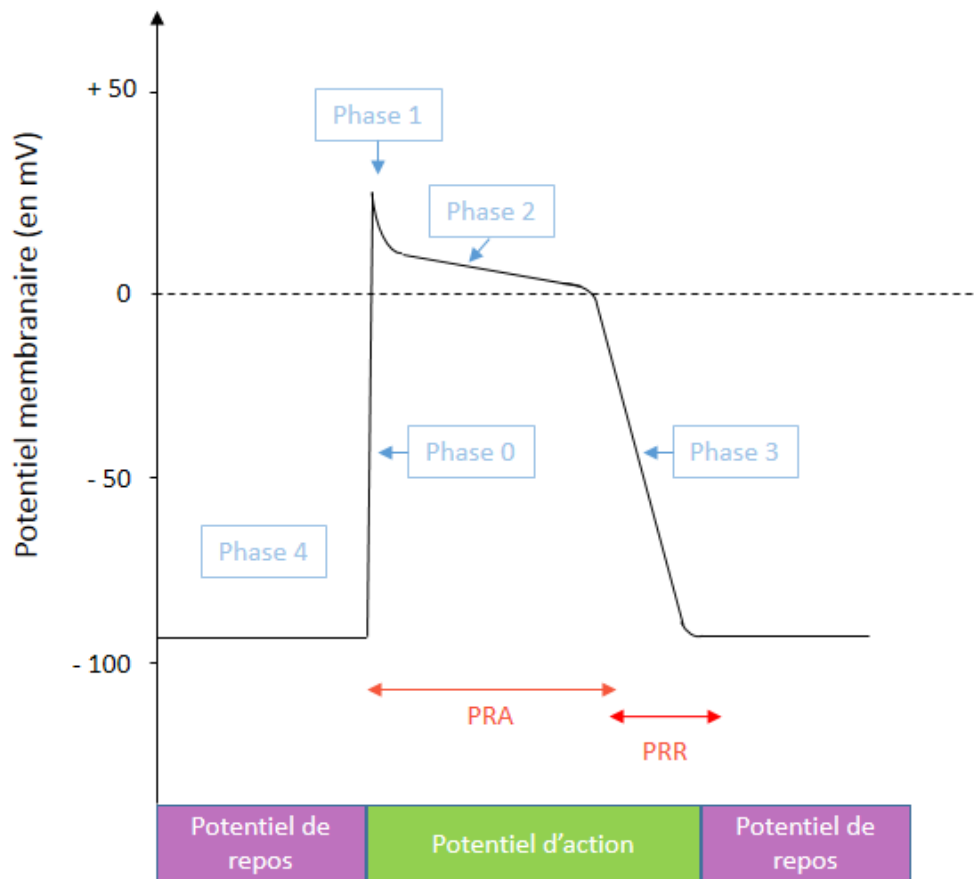


Figure 3 : Potentiels d'action cardiaques d'un cardiomyocyte contractile

### 1.3.2. Automatisme cardiaque

L'automatisme cardiaque est basé sur la capacité des cellules du tissu nodal à créer un potentiel d'action sans stimulation extérieure. Leurs potentiels de repos sont en effet instables car les protéines membranaires impliquées dans la dépolarisation sont différentes :

- Des canaux lents sodiques voltage-dépendants : activés par l'hyperpolarisation de la phase 4, ces canaux vont créer un courant entrant à l'aide d'une entrée

progressive d'ions  $\text{Na}^+$ , provoquant une augmentation suffisante du potentiel membranaire pour atteindre la valeur seuil d'activation et initier la phase 0.

- Des canaux calciques voltage-dépendants (de type T) : contrairement aux cardiomyocytes contractiles, la dépolarisation de la phase 0 est due à l'entrée d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  via des canaux de type T, dont la valeur seuil est plus basse que ceux de type L, anticipant donc l'entrée en phase 0. Celle-ci est moins rapide que chez les cellules contractiles à cause de l'absence de courant sodique.

Les phases 1 et 2 sont très limitées dans le cycle d'une cellule automatique.

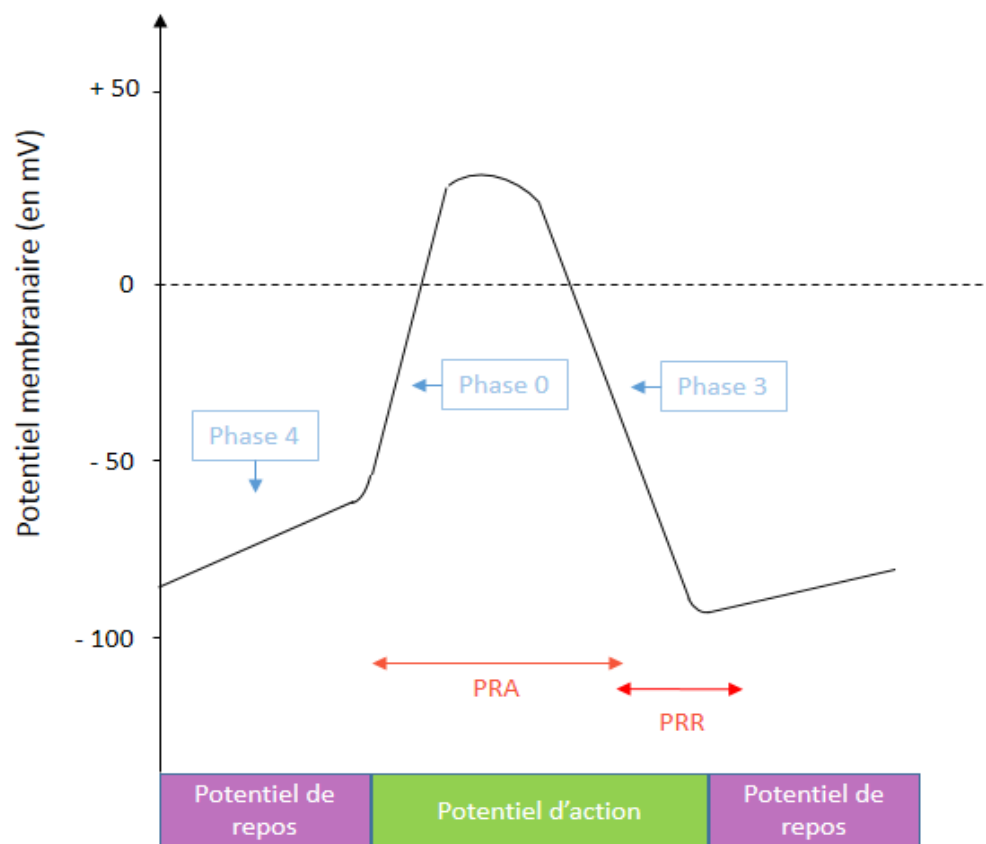


Figure 4 : Potentiel d'action d'une cellule du tissu nodal

Le nœud sinusal est ainsi le stimulateur naturel du cœur. Sans régulation, il imprime une fréquence de 100 battements par minute (bpm). Il est l'entraîneur dominant : le nœud auriculo-ventriculaire suit son rythme. S'il ne reçoit plus de potentiel d'action, celui-ci est néanmoins également capable d'automatisme, à un rythme plus faible, idioventriculaire, (15 à 40 bpm), on parle de stimulateur secondaire. La

propagation de ces potentiels d'action à la totalité du myocarde est l'œuvre des cellules des tissus conducteurs.

### **1.3.3. Cycle cardiaque**

Le cycle cardiaque décrit la périodicité de l'activité mécanique du cœur et la résultante hémodynamique. Celle-ci dépend directement de son activité électrique, la contraction des cardiomyocytes contractiles étant couplée à l'excitation de ceux-ci.

#### **- Couplage excitation-contraction :**

L'excitation électrique des cardiomyocytes contractiles par le tissu nodal, entraîne une augmentation de la conductance membranaire lors de la dépolarisation cellulaire. C'est cette augmentation qui explique l'afflux d'ions  $Ca^{2+}$  lors de la phase 2 mais aussi leur libération des zones de stockage intracellulaires (réticulum sarcoplasmique et mitochondries)

Ces ions  $Ca^{2+}$  vont se combiner avec la sous-unité C de la troponine, libérant un site de fixation entre la myosine et l'actine. Cette fixation entraîne un changement de conformation et la réduction de la taille du sarcomère. Tous les cardiomyocytes reçoivent l'impulsion électrique au cours d'un instant bref (6 à 8 centièmes de seconde) pour se contracter de manière coordonnée et générer l'éjection sanguine cardiaque.

Lors de la repolarisation, le niveau de calcium intracellulaire diminue, le lien entre myosine et actine se brise et le sarcomère retrouve sa configuration initiale.

Le cycle cardiaque se définit comme la succession d'une systole et d'une diastole ventriculaire. Cet enchainement est identique pour le ventricule gauche et le ventricule droit mais non simultané.

#### **- Systole ventriculaire :**

La systole a lieu lorsque le ventricule est rempli de sang. Elle se décompose en deux phases :

- *Contraction isovolumique* : Elle correspond à la contraction des cellules du myocarde ventriculaire. Elle entraîne une modification de la forme ventriculaire et une augmentation importante de la pression à l'intérieur de celui-ci. Les valves d'admission (mitrale ou tricuspide) et d'échappement (pulmonaire et aortique) sont fermées.
- *Phase d'éjection* : Elle débute à l'ouverture de la valve d'échappement provoquée par la différence de pression entre le ventricule et l'artère. Le sang contenu dans



les ventricules est chassé, d'abord rapidement, puis à vitesse décroissante lorsque la quantité de sang à éjecter se réduit. La valve d'échappement se referme dès que le différentiel de pression s'est inversé pour éviter le reflux du sang vers le cœur.

La qualité de l'éjection sanguine systolique dépend de la contractilité du myocarde et des données hémodynamiques que sont la *précharge* (forces non cardiaques permettant le remplissage du ventricule droit) et la *postcharge* (résistance à l'éjection du ventricule gauche).

- Diastole ventriculaire

La diastole succède à la systole, elle est également divisée en deux phases :

- *Relâchement isovolumique* : Le myocarde se relâche, Les valves d'admission et d'échappement sont fermées. Le différentiel de pression crée entre le ventricule et l'oreillette entraîne l'ouverture de la valve d'admission.
- *Remplissage ventriculaire* : Le sang provenant du retour veineux s'écoule dans le ventricule. La vitesse de ce remplissage décroît au fur et à mesure que la différence de pression entre les deux cavités diminue. On distingue ainsi deux phases de remplissage, les phases rapides et lentes qui se succèdent.
- Cycle auriculaire

Le rôle des oreillettes dans la fonction mécanique du cœur est réduit. Elles ne possèdent en effet pas de valve d'admission au niveau des veines afférentes. Le myocarde se contracte bien lors d'une systole auriculaire mais n'apporte qu'un simple appoint au remplissage ventriculaire à la fin de la phase de remplissage lent diastolique de celui-ci. La systole auriculaire correspond en fait à un remplissage rapide terminal du ventricule visant à vider complètement l'oreillette avant la fermeture de la valve d'admission et l'entrée en systole ventriculaire.

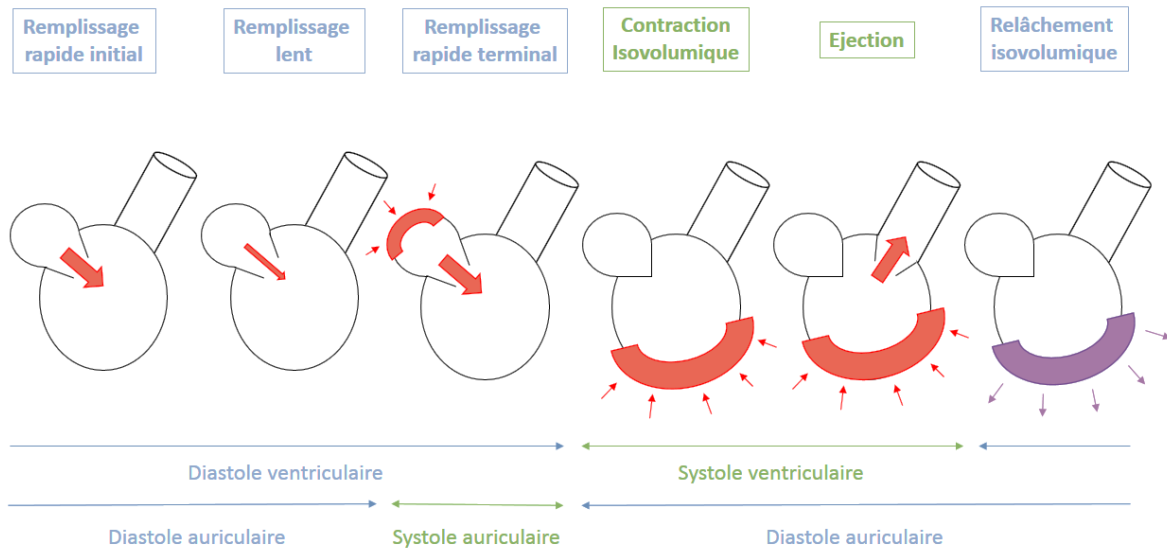


Figure 5 : Différentes phases du cycle cardiaque

#### **1.4. Electrocardiographie**

On peut mesurer l'activité électrique cardiaque globale à l'aide d'un électrocardiographe. On obtient un électrocardiogramme (ECG) qui est l'enregistrement représentant les variations de potentiel électrique d'origine cardiaque en fonction du temps. (11) Les tissus de l'organisme étant conducteurs, cet enregistrement est obtenu en plaçant des électrodes cutanées à des endroits précis (permettant de définir douze dérivations conventionnelles) pour pouvoir investiguer l'activité électrique cardiaque.

Sur un ECG, on observe plusieurs déflexions appelées « ondes ». Elles sont positives si elles sont situées au-dessus de la ligne de base et négatives en-dessous. On distingue ainsi :

- *Onde P* : Première déflexion du tracé, l'onde P correspond à la dépolarisation auriculaire partant du nœud sinusal.
- *Complexe QRS* : Composé des ondes Q (négative), R (positive) et S (négative) qui correspondent aux dépolarisations des ventricules et masque la repolarisation des oreillettes.
- *Onde T* : Dernière élément d'un ECG normal, l'onde T correspond à la repolarisation ventriculaire.
- *Espace QT* : Cet espace correspond au plateau des potentiels d'action ventriculaire.
- *Segments PR et ST* : Ces segments décrivent les temps de conduction auriculo-ventriculaire (PR) et de repolarisation ventriculaire (ST).

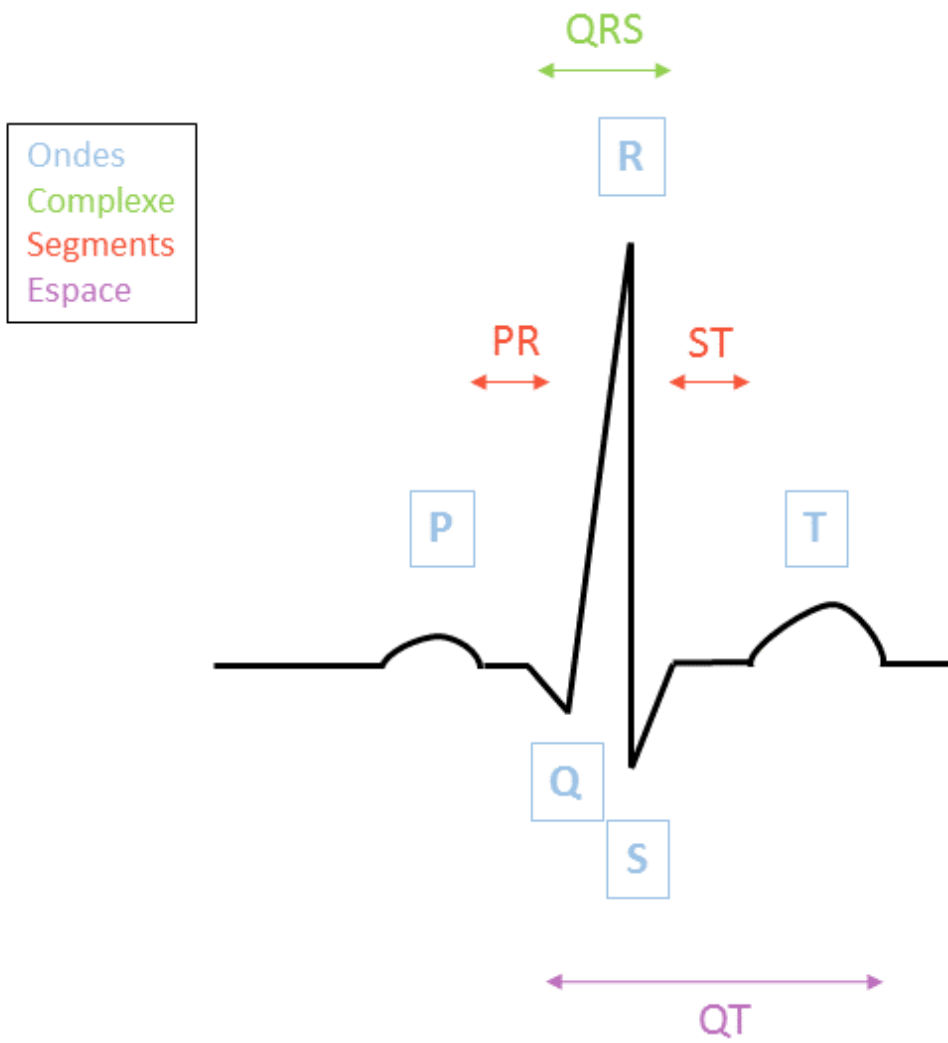


Figure 6 : Eléments d'un électrocardiogramme normal

## **2. Les troubles du rythme et leur prise en charge**

Le rythme cardiaque normal est appelé rythme sinusal. Toute altération d'une des caractéristiques de ce rythme sinusal est qualifiée comme trouble du rythme. Un trouble du rythme peut ainsi être d'expression très variable. Nous nous limiterons aux troubles pouvant être concernés par une prise en charge interventionnelle.

### **2.1. Physiopathologie**

Bien que l'origine des troubles du rythme soit le plus souvent multifactorielle, il est en général possible d'identifier un paramètre vulnérable typique de chaque arythmie. Schématiquement, quatre mécanismes principaux conduisent à la naissance des tachyarythmies : la réentrée, l'automaticité, l'activité déclenchée et les canalopathies. Les bradyarythmies sont dues à un défaut d'impulsion ou à un défaut de conduction. (12,13)

#### **2.1.1. Réentrées :**

Il s'agit du mécanisme le plus fréquent des arythmies. Une réentrée survient lorsqu'une impulsion se propage à travers un tissu qui a déjà été activé par la même impulsion mais a récupéré son excitabilité. Elle est facilitée par la présence d'une zone fonctionnellement inexcitable (cicatrice, infarctus,...) qui va modifier l'unidirectionnalité du flux de l'impulsion et potentiellement créer un mouvement circulaire autour de celle-ci. Les phénomènes de réentrée sont le reflet d'une hétérogénéité de vitesse de conduction et/ou des périodes réfractaires au sein du tissu cardiaque.

#### **2.1.2. Automaticité :**

Deux perturbations de l'automaticité peuvent être distinguées : L'automaticité des cellules qui en ont la faculté peut être facilitée, ce qui entraîne une accélération de la pente de dépolarisation de la phase 4, ou une automaticité peut survenir dans des cellules myocardiques qui ne se dépolarisent pas spontanément en situation normale, mais qui ont un potentiel de repos insuffisamment négatif (-60 mV) en situation pathologique (ischémie, hyperkaliémie par exemple).

#### **2.1.3. Activité déclenchée**

Ce phénomène est lié à une post-dépolarisation entraînant une prolongation de la durée du potentiel d'action (intervalle QT). Il survient en cas d'ischémie, d'acidose,

d'excès de catécholamines augmentant le taux de calcium intracellulaire et provoquant une oscillation du potentiel cellulaire.

#### **2.1.4. Canalopathies**

Les mutations des gènes qui codent les canaux ioniques transmembranaires impliqués sont responsables de morts subites. Elles caractérisent un groupe d'affections dans lesquelles le trouble électrique n'est pas accompagné de lésions cardiaques structurales mais ne sont décelables qu'à l'ECG ou après manœuvres de stimulation.

Plusieurs pathologies sont différenciées en fonction de la canalopathie : maladie du Sinus (QT long), Syndrome de Brugada (QT court), dysplasie arythmogène du VD, tachycardie ventriculaire polymorphe catécholaminergique (libération anormale du Ca<sup>2+</sup> par le réticulum sarcoplasmique pendant la diastole).

#### **2.1.5. Bradyarythmies**

La bradycardie sinusale est un défaut dans la genèse de l'impulsion, elle peut se présenter sous forme d'arrêt sinusal momentané, ou alterner avec des épisodes de tachycardie auriculaire paroxystique. Si la fréquence d'émission sinusale est trop basse, le nœud auriculo-ventriculaire prend le relais à une fréquence régulière de 40-50 battements par minutes.

Une bradyarythmie peut aussi se caractériser par un défaut dans la propagation de l'influx électrique entre le ventricule et l'oreillette, on parle de bloc auriculoventriculaire (BAV), celle-ci peut être ralentie (BAV du 1<sup>er</sup> degré), intermittente (BAV du 2<sup>ème</sup> degré) ou totalement arrêtée (BAV du 3<sup>ème</sup> degré).

### **2.2. Troubles du rythme**

#### **2.2.1. Fibrillation auriculaire**

##### **2.2.1.1. Définition**

La fibrillation auriculaire, ou fibrillation atriale, est un trouble du rythme supraventriculaire, caractérisé par une activité électrique atriale anarchique et rapide. Elle a pour conséquence d'entraîner une tachycardie avec irrégularité des cycles ventriculaires et perte de la systole auriculaire, l'activité atriale peut atteindre les 400 battements par minute au repos et ne s'accélère que peu ou pas à l'effort. Les conséquences sont celles de la perte de la systole atriale (qui ne représente que 5% du

débit cardiaque au repos), sauf cas particulier, la FA n'entraîne pas de conséquence immédiate sur l'hémodynamique ventriculaire.

Cliniquement, elle se manifeste sous forme de palpitations de survenue souvent brutale ou d'impression d'emballement plus ou moins intermittent du cœur. La crise peut être accompagnée de dyspnée ou d'angor, rarement de lipothymie. Elle peut être révélée par une poussée d'insuffisance cardiaque ou une embolie artérielle. (14)

#### 2.2.1.2. Physiopathologie et complications

D'un point de vue physiopathologique, les mécanismes inducteurs d'une fibrillation atriale isolée semblent différents de ceux impliqués dans l'installation d'une fibrillation atriale associée à une pathologie sous-jacente. Ceux-ci sont plus souvent liés aux altérations du substrat (fibrose, dilatation, ...) tandis que les FA isolées sont initiées par un déséquilibre électrophysiologique au sein d'une oreillette saine.

Schématiquement, deux mécanismes prédominent dans la genèse de ce type de fibrillation atriale : (15)

- les foyers de décharge ectopiques : Il s'agit du phénomène déclencheur, ces foyers peuvent générer et conduire un courant électrique non sinusal. On sait depuis 1998 que plus de 90% des foyers ectopiques responsables d'une FA se situent à la base d'une ou plusieurs des veines pulmonaires. (16) Plus rarement, les foyers sont localisés en dehors des veines pulmonaires, au niveau de l'oreillette droite, de la veine cave supérieure ou du sinus coronaire.

- les phénomènes de micro-réentrée : la fibrillation atriale provoque des altérations des propriétés électriques atriales (remodelage électrique). Ces altérations mènent à des changements de la durée du potentiel d'action, des périodes réfractaires et de la vitesse de la conduction, ce qui facilite l'apparition de multiples ondes de réentrée.

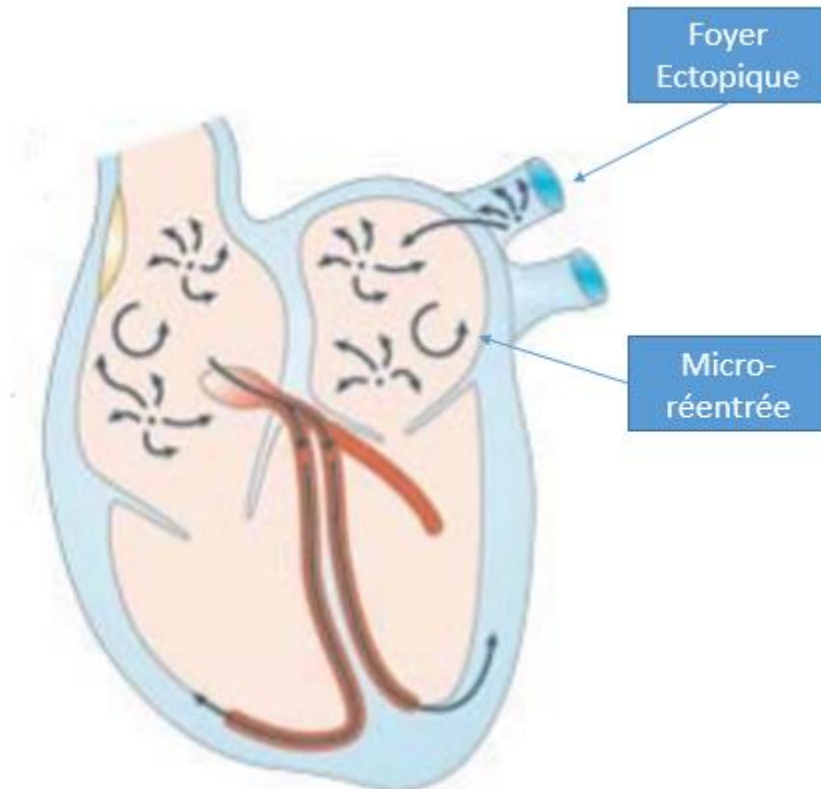


Figure 7 : Mécanismes de la FA, adapté de (15)

La FA est associée à une surmortalité de facteur 2 et à une augmentation des risques de complications cardiovasculaires ou cerebrovasculaires (AVC, embolies systémiques) d'un facteur 4. (17–19) Certaines de ces complications peuvent être expliquées par le fort risque thromboembolique engendré par la FA, quel qu'en soit le type. (20) Dans l'étude de Framingham, les patients masculins, avec fibrillation atriale, âgés de 55 à 64 ans ont une espérance de vie de 12,6 ans, ce qui est moindre par rapport aux patients en rythme sinusal dont l'espérance de vie est de 18,1 ans (chez les femmes : 12,1 ans contre 21,3 ans). (21)

#### 2.2.1.3. Classification

Il existe trois types de FA, différenciés par la durée des épisodes et leur réponse aux traitements : (1)

- *FA paroxystique* : se termine spontanément en moins de 7 jours avec restauration du rythme sinusal.
- *FA persistante* : nécessite une cardioversion électrique ou pharmacologique avec des récurrences de plus de 7 jours.

- FA permanente : épisodes pour lesquels la cardioversion est inefficace ou non envisagée

Quelle que soit la classification de la FA, la physiopathologie du trouble est la même.

#### 2.2.1.4. Epidémiologie

La FA est le trouble du rythme le plus fréquent avec une prévalence de 1%. Celle-ci augmente avec l'âge. Elle est inférieure à 1% chez les moins de 60 ans (17,18) et peut approcher les 18% au-delà de 85 ans. (2) Les hommes sont globalement plus touchés que les femmes. (17) Il est estimé, par des projections de données que la prévalence de cette pathologie va tripler d'ici 2050 (Figure 8).

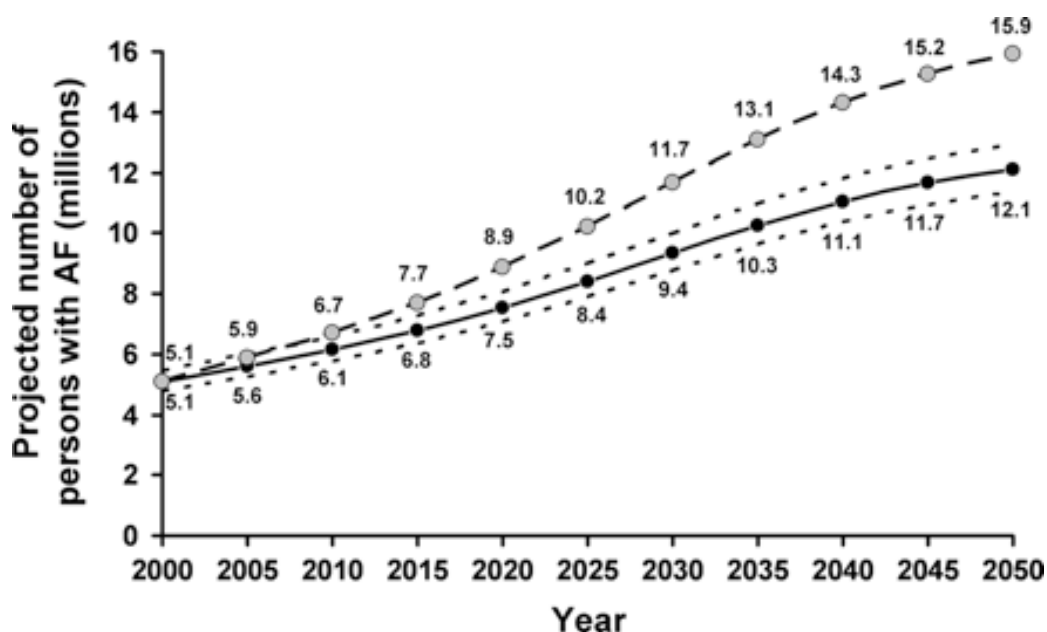


Figure 8 : Projection de la prévalence de la FA aux Etats-Unis (22)

L'étude française ALFA, prenant en compte les fibrillations atriales vues en ambulatoire, a révélé que les fibrillations atriales permanentes sont les plus nombreuses, et les fibrillations atriales paroxystiques les moins fréquentes (respectivement 51,4% et 21,6%). (23)

La prévalence des comorbidités est importante, celles-ci peuvent même être la cause de la FA. Les principales pathologies associées à la fibrillation atriale sont les hypertensions artérielles (71%), l'insuffisance coronaire (38%), l'insuffisance cardiaque (23%), le diabète (20%), les pathologies pulmonaires (15%), les antécédents d'AVC (13%) et les valvulopathies (12%).



## 2.2.2. Flutters atriaux

### 2.2.2.1. Définition

Le flutter est une tachycardie atriale caractérisée par une activité auriculaire régulière et monomorphe dont la fréquence est comprise entre 250 et 300 battements par minute reliée à la présence de macro-réentrées atriales impliquant l'isthme cavotricuspide. Leur mécanisme est expliqué par l'activation par réentrée d'un mouvement circulaire autour d'un large obstacle impliquant des structures normales (valve tricuspide) ou anormales (cicatrice) créatrices d'un bloc de conduction unidirectionnel lié à la différence de vitesse de conduction vis-à-vis du tissu environnant. (24)

### 2.2.2.2. Physiopathologie et complications

On classe les flutters en deux types : le flutter typique, le plus fréquent, et les flutters atypiques.

Le flutter typique est localisé dans l'oreillette droite et caractérisé par une dépolarisation circulaire de sens majoritairement antihoraire s'effectuant autour d'un obstacle mixte, anatomique (la partie inférieure de l'anneau tricuspide et les ostiums des veines caves) et fonctionnel (une ligne de bloc sur la paroi postérieure de l'oreillette droite appelée Crista Terminalis). Le tissu fibreux situé au niveau de la partie anatomique est nommé isthme cavo-tricuspide et représente la zone de conduction lente du circuit ce qui en fait la cible de la thérapeutique interventionnelle. (25)

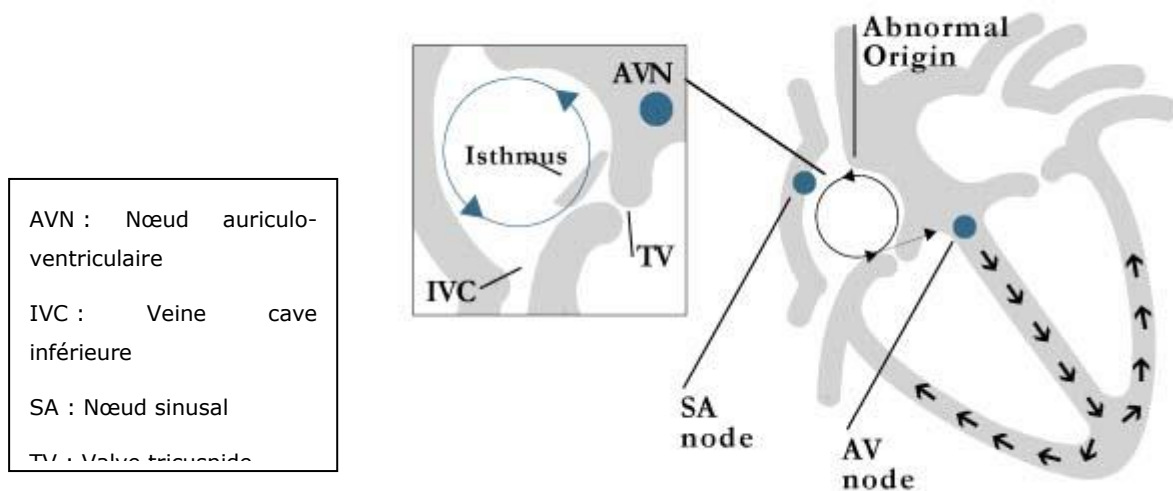


Figure 9 : Flutter droit antihoraire (26)

Les flutters atypiques sont des arythmies très variables dont le circuit électrique n'emprunte pas l'isthme cavotricuspidé. Ce sont des flutters majoritairement cicatriciels (post-chirurgicaux). (24)

Le flutter est majoritairement paroxystique et la tolérance dépend alors de l'existence d'une cardiopathie sous-jacente.

### 2.2.2.3. Épidémiologie

Les flutters atriaux sont environ dix fois moins fréquents que la fibrillation atriale et se rencontrent cinq fois plus souvent chez l'homme que chez la femme. (21) Les deux pathologies sont parfois associées chez un même patient et même si les mécanismes sont le plus souvent indépendants, le flutter peut être le début d'une séquence d'arythmie qui se transformera en fibrillation.

L'incidence varie en fonction de l'âge : de 5/100 000 pour les personnes <50 ans à 587/100 000 pour les personnes >80 ans. Le principal facteur de risque est l'insuffisance cardiaque (2.5 fois plus important). (3)

On observe fréquemment des flutters après prise en charge chirurgicale de cardiopathies congénitales, (27) après atteintes tricuspidiennes, péricardites aiguës ou encore après un infarctus du myocarde. Dans 20 % des cas environ, il est impossible d'identifier une cause spécifique et l'on parle alors de flutter idiopathique.

## **2.2.3. Tachycardies jonctionnelles**

### 2.2.3.1. Définition

Les tachycardies jonctionnelles sont des tachycardies de la jonction auriculoventriculaire, dues à des phénomènes de réentrée dont au moins une des voies du circuit passe par le Nœud Auriculo-Ventriculaire (NAV). Une réentrée intranodale représente leur mécanisme essentiel. Elles entraînent une augmentation du rythme cardiaque global. Les formes chroniques sont rares (10%). (28)

### 2.2.3.2. Physiopathologie et complications

Parmi les tachycardies jonctionnelles paroxystiques on peut distinguer deux grands types de réentrée :

- Une réentrée atrioventriculaire : la conduction antérograde se fait par le NAV et la rétrograde via un faisceau accessoire ou faisceau de Kent (A)

- Une réentrée intranodale, la plus fréquente : les conductions antérogrades et rétrogrades passent par le NAV, celles-ci présentant des caractéristiques de conduction différentes (période réfractaire et vitesse de conduction) (B)

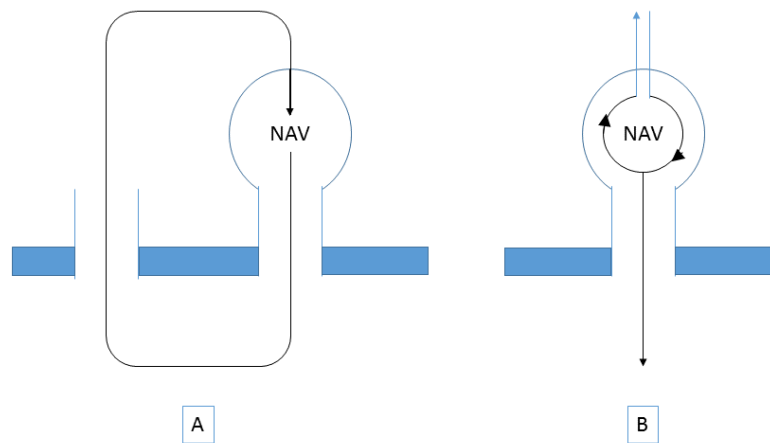


Figure 10 : Différents types de réentrées provoquant une tachycardie jonctionnelle

La réentrée intranodale est responsable de 75% des tachycardies jonctionnelles. (29)

Le retentissement clinique est extrêmement variable d'un patient à l'autre car il dépend de l'âge du patient et de la fréquence de la tachycardie. Les manifestations typiques sont surtout rapportées par les adultes jeunes qui ressentent la sensation de tachycardie à début et fin brutaux et qui peut être suivie d'une syncope, due à une réaction vagale secondaire à la crise de tachycardie.

Les tachycardies jonctionnelles paroxystiques peuvent être associées à un risque de mort subite. En effet, si la tachycardie survient dans un contexte de cardiomyopathie hypertrophique et obstructive, elle provoque une chute tensionnelle et est susceptible de dégénérer en fibrillation ventriculaire. En cas de cardiopathie ischémique, les risques sont similaires de par la provocation d'un syndrome coronarien aigu. (28,30) Elles peuvent également l'être sans cardiopathie sous-jacente dans le cas des tachycardies par voie accessoire à période réfractaire courte, susceptible d'entraîner le cœur en fibrillation auriculaire puis en fibrillation ventriculaire.

#### 2.2.3.2. Epidémiologie

Les formes les plus fréquentes sont les tachycardies jonctionnelles paroxystiques appelées autrefois tachycardies de Bouveret. L'affection est assez fréquente, probablement sous-estimée car les crises peuvent être rares ou avoir des manifestations

cliniques très atypiques. Aux Etats-Unis, il y a 89000 nouveaux cas par an et 570000 patients atteints par des tachycardies supraventriculaires paroxystiques. (31) Cela correspond à une prévalence de 2,25 personnes sur 1000 et une incidence de 35 personnes sur 100000.

#### **2.2.4. Troubles du rythme ventriculaires**

Les troubles du rythme ventriculaires regroupent toutes les arythmies naissant en dessous de la bifurcation du faisceau de His. Ils comprennent : les extrasystoles ventriculaires, les tachycardies ventriculaires, la fibrillation ventriculaire.

##### 2.2.4.1. Extrasystoles ventriculaires (ESV)

Une extrasystole est définie comme une contraction cardiaque prématurée. Celle-ci est due à une activation électrique ectopique naissant d'un territoire myocardique. (32) Fréquentes, il faut distinguer les ESV bénignes et malignes. Même bénignes, elles peuvent nécessiter une prise en charge interventionnelle si elles sont invalidantes pour le patient.

On distingue deux catégories en fonction de l'existence ou non d'une cardiopathie sous-jacente. Ces ESV malignes peuvent ainsi naître dans le cadre de canalopathies (Syndromes du QT long, du QT court, de Brugada) susceptibles de se transformer en arythmie grave : tachycardie ventriculaire puis fibrillation ventriculaire, causes de mort subites. Dans le cadre des cardiopathies (Post-infarctus du myocarde, cardiomyopathie, insuffisance cardiaque,..), elles ont plus un caractère pronostique péjoratif car elles sont des marqueurs d'une atteinte histologique cardiaque.

##### 2.2.4.2. Tachycardie et fibrillation ventriculaires

La tachycardie ventriculaire se définit comme une succession de plus de 3 ESV. Elle est non soutenue si l'accès dure moins de 30 secondes et rétrocede spontanément, dans le cas contraire, elle est soutenue. (33) Si la tachycardie ventriculaire devient rapide et irrégulière avec variabilité marquée du QRS elle devient une fibrillation ventriculaire qui correspond à une activité anarchique des fibres ventriculaires.

##### 2.2.4.3. Physiopathologie et complication

Les troubles du rythme ventriculaire sont initiés par des mécanismes liés à la pathologie sous-jacente (ischémie, fibrose, ...) entraînant principalement des

phénomènes de réentrée de par leur modification des caractéristiques électriques du myocarde ventriculaire (obstacle, modification des vitesses de conduction).

Le retentissement clinique est important et les symptômes mal tolérés. Si l'arythmie n'est pas réduite dans un délai suffisant elle entraîne, un arrêt cardiocirculatoire ou « mort subite ».

#### 2.2.4.4. Epidémiologie

Aux Etats-Unis et en Europe, l'incidence des tachycardies jonctionnelles est estimée à 300000 cas/an soit une prévalence de 1/1000. On estime que l'incidence de la mort subite est corrélée avec la prévalence de l'insuffisance coronaire, 75% des patients ayant une coronaropathie sous-jacente. Les autres co-morbidités sont les cardiomyopathies du ventricule droit et les atteintes congénitales dans 5 à 10% des cas (QT long, syndrome de Brugada, ...). (33)

### **2.3. Diagnostic des troubles du rythme**

#### **2.3.1. Méthodes non invasives**

##### - *Manifestations cliniques :*

La variabilité interindividuelle des symptômes cliniques est très importante et dépend plus de la fréquence de ceux-ci et d'une éventuelle cardiopathie sous-jacente que de sa nature. La majorité de ces troubles sont asymptomatiques ou ne sont ressentis que via des palpitations. Les symptômes rencontrés sont peu spécifiques tels que : angoisse, essoufflement, ou impression de gêne dans le thorax. La syncope est un symptôme évocateur et est le marqueur d'un débit sanguin insuffisant au niveau cérébral lié à une bradycardie intense ou à un épisode de tachycardie. (34)

##### - *Tracé ECG :*

En présence d'un trouble du rythme cardiaque non exploré, il est plus important de l'enregistrer que de le réduire. Une perturbation du tracé ECG est le signe de l'existence de celui-ci. Néanmoins un ECG est le reflet instantané de l'activité cardiaque à un temps t ce qui le rend principalement efficace dans les troubles permanents.

##### - *Holter ECG :*

Les holters ECG sont des dispositifs portatifs permettant d'enregistrer au moins 24h continues d'électrocardiogramme. Il s'agit d'une méthode utile pour acquérir des données sur des troubles paroxystiques se manifestant donc de manière intermittente ainsi que pour déterminer leur fréquence.

Il existe également des holters implantables destinés à une utilisation sur de plus longues périodes.

- *Epreuve d'effort :*

Du fait du caractère souvent paroxystique des troubles du rythme, l'épreuve d'effort peut permettre de provoquer ceux-ci sous contrôle médical et d'en révéler le type et le mécanisme, mettre en évidence les symptômes ou encore évaluer le pronostic. Elle peut également aider à évaluer l'efficacité d'un traitement médicamenteux.

### **2.3.2. Exploration électrophysiologique**

Contrairement aux stratégies diagnostiques précédentes (à l'exception de l'holter implantable), il s'agit d'une méthode possédant un caractère invasif. Elle a pour objectif de mettre en évidence des troubles de la conduction ou d'éventuels foyers ectopiques arythmogènes et phénomènes de réentrée. (35)

#### 2.3.2.1. Technique

L'exploration se fait à l'aide de cathéters, placés par accès veineux (très majoritairement fémoral) ou artériel, au niveau cardiaque pour enregistrer l'activité électrique intracavitaire. Une anesthésie locale est nécessaire pour l'intervention et le placement des cathéters nécessite un monitoring par scopie. L'activité électrique globale du cœur est alors enregistrée à l'état basal et après divers protocoles de stimulation (électriques ou pharmacologiques) servant à provoquer l'éventuel trouble.

#### 2.3.2.2. Objectifs

Différents objectifs à ces explorations peuvent être fixés : l'exploration de l'automatisme du nœud sinusal et des paramètres de conduction entre les oreillettes et ventricules, la mise en évidence de voies accessoires de conduction ou le déclenchement d'une tachycardie ventriculaire ou supraventriculaire.

#### 2.3.2.3. Dispositifs médicaux utilisés

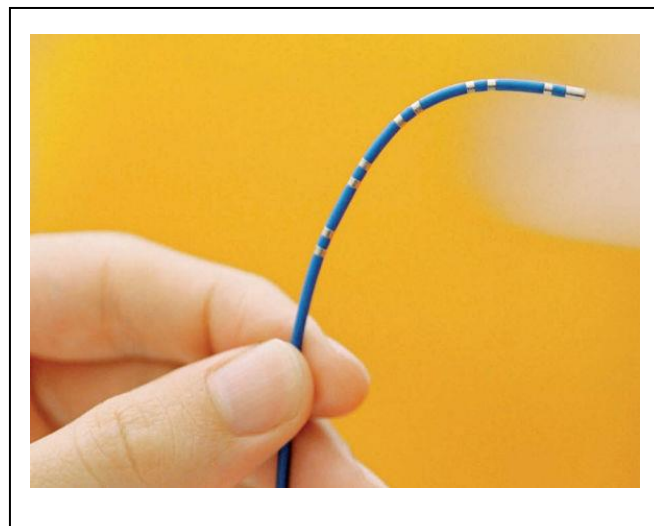
- *Les cathéters d'électrophysiologie (Figure 11):*

Ces cathéters ont un double objectif : l'enregistrement des données et la stimulation électrique provocatrice. Ces fonctions sont assurées par des électrodes en platine situées à leur extrémité distale. L'extrémité proximale est, elle, munie d'une poignée reliée par un câble de connexion au système d'enregistrement. Cette poignée

permet de positionner le cathéter au sein de la cavité cardiaque, en modifiant éventuellement sa courbure distale.

Ils sont différenciés par le nombre de ces électrodes, ils peuvent ainsi être bipolaires, quadripolaires, décapolaires ou encore dodecapolaires. D'autres caractéristiques doivent être prises en compte comme la longueur du cathéter (entre 80 et 110 cm), son diamètre (4 à 6 F), la courbure à l'extrémité et la distance entre les électrodes. Certains cathéters disponibles ont la particularité d'être orientables pour faciliter leur mise en place.

Les variations possibles de ces caractéristiques expliquent que chaque gamme de cathéters dispose de plusieurs références. L'étendue de cette gamme, l'ergonomie de la poignée et les caractéristiques physiques du cathéter sont les principaux critères de choix pour les praticiens.



*Figure 11 : Cathéter d'électrophysiologie décapolaire Multicath®*

- *Le système d'enregistrement :*

Le système d'enregistrement, aussi appelé *baie d'électrophysiologie*, se définit comme l'ensemble des outils informatiques et électroniques destinés à l'acquisition des données électrocardiographiques, leur analyse et leur stockage. Il est principalement constitué de moniteurs permettant de visualiser simultanément l'ECG de surface et l'ECG endocavitaire, d'enregistreurs, d'amplificateurs améliorant ces signaux électrocardiographiques et enfin d'un stimulateur, source des méthodes de provocation électrique via les cathéters.

En fonction de l'indication et des résultats de l'exploration, elle peut être immédiatement poursuivie par la réalisation d'un acte interventionnel curatif ou non du trouble du rythme identifié (pose de stimulateur ou défibrillateur implantables, ablation du trouble).

### **2.3.3. Cartographie intracardiaque en 3 dimensions (3D)**

Si l'étude électrophysiologie peut suffire en elle-même, certaines arythmies complexes nécessitent l'utilisation de systèmes de cartographie avancés en trois dimensions. L'objectif de ces systèmes est de combiner les données électrophysiologiques et les informations anatomiques afin de reconstituer la configuration de la cavité cardiaque cartographiée et de déterminer l'origine probable de l'arythmie.

Deux alternatives principales existent sur le marché :

- *Système de cartographie magnétique électro-anatomique :*

Il s'agit du système CARTO® (Biosense Webster), le premier à avoir été commercialisé dans le monde en 1996. (36) Il est basé sur le calcul de la position spatiale de 2 capteurs l'un par rapport à l'autre au sein de plusieurs champs électromagnétiques. Le premier de ces capteurs est situé sur un cathéter dédié à ce système et introduit dans la cavité cardiaque, le second est incorporé dans un patch cutané positionné au niveau du dos du patient et sert de référence spatiale.

Ces deux capteurs évoluent au sein de trois champs électromagnétiques de caractéristiques spatiotemporelles connues et d'intensités différentes dont la zone de chevauchement englobe le cœur. Celle-ci permet la cartographie et la localisation du capteur situé sur le cathéter par simple triangulation.



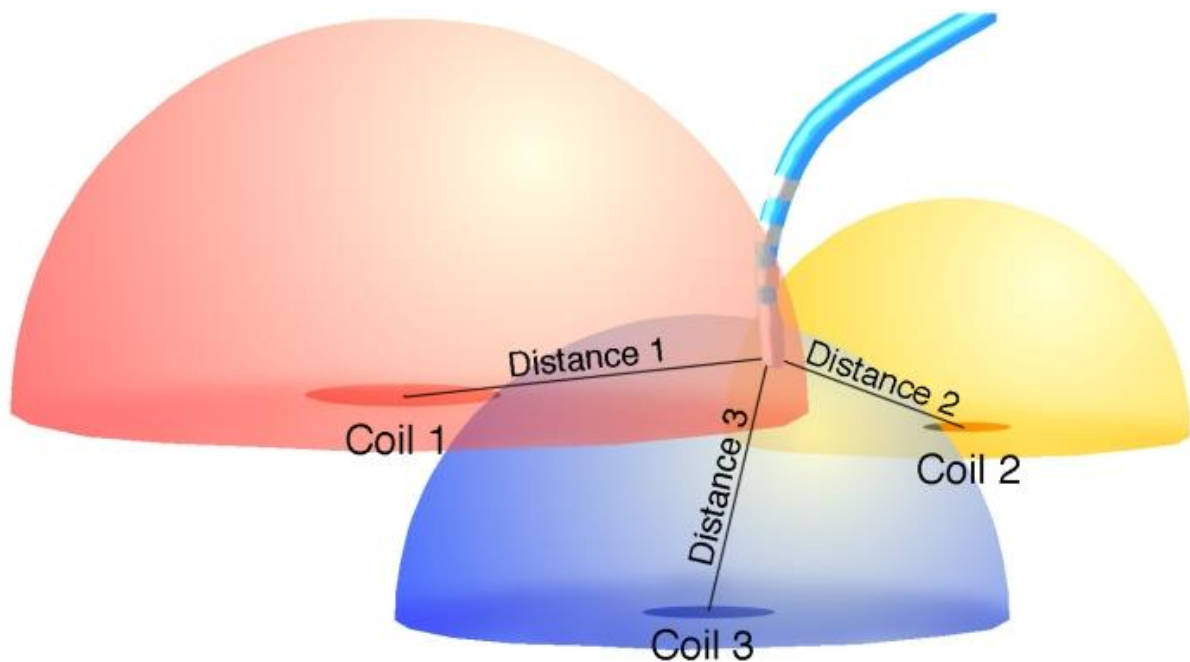


Figure 12 : Représentation schématique des 3 champs électromagnétiques du système CARTO (37)

Chronophage à ses débuts, car seule l'électrode bipolaire du cathéter permettait d'acquérir, point par point, les données électriques, le système de nouvelle génération (Carto-3 ®) est désormais hybride, incluant un courant électrique créé par deux paires de patches. La technologie magnétique étalonne celle basée sur le courant électrique, et de ce fait minimise les distorsions à la périphérie du champ électrique.

Ce système présente également la fonction FAM (Fast Anatomical Mapping) qui permet la création rapide de cartes anatomiques par l'intermédiaire de toutes les électrodes lors du balayage du cathéter sur la paroi de la cavité cardiaque. Contrairement à la cartographie électro-anatomique point par point, la fonction FAM permet la collecte de données par volume.

L'un des avantages de la cartographie 3D est de limiter l'utilisation des techniques d'imagerie classiques et donc de limiter la durée d'irradiation du patient et des opérateurs.

- *Système de cartographie par mesure de l'impédance électrique :*

Il s'agit du système NavX (St Jude Medical) basé sur un repérage tridimensionnel par modification de l'impédance. Un courant de 5,6 kHz circule à travers le patient entre des patches opposés. Les électrodes des cathéters captent les variations de ce courant et permettent la navigation en trois dimensions.

## **2.4. Traitements des troubles du rythme**

### **2.4.1. Traitement pharmacologique**

La prise en charge pharmacologique est très variable. Elle est établie en fonction du profil du patient, du trouble en lui-même, de la sévérité et de la tolérance de ses symptômes. On peut différencier le traitement indiqué pour la réduction du trouble et celui préventif visant à diminuer sa fréquence.

#### **2.4.1.1. Classification des anti-arythmiques**

L'arsenal thérapeutique est composé de plusieurs familles d'anti-arythmiques. Ceux-ci agissent en modifiant les cinétiques d'échanges ioniques membranaires, soit directement (inhibiteurs des canaux sodiques ou calciques, ...), soit indirectement par l'intermédiaire du système nerveux autonome.

Afin de pouvoir classer ces différentes familles en fonction de leur mode d'action, Vaughan et Williams ont proposé en 1984 une classification basée sur leurs effets électrophysiologiques *in vitro* (Tableau 1, Figure 13).

Tableau 1 : Effets des différentes classes d'anti-arythmiques selon Vaughan et Williams (38)

<b>Classes</b>		<b>Effets cellulaires</b>	<b>Effet sur l'ECG</b>
<i>Classe I</i>	<i>Classe Ia</i> Quinidine	Blocage des canaux Na <sup>+</sup> Ralentit la conduction	Prolongation QRS
	<i>Classe Ib</i> Lidocaïne	Blocage des canaux Na <sup>+</sup> Ralentit la conduction Action préférentielle sur cellules ischémiques	Pas d'effet sur QRS
	<i>Classe Ic</i> Flecaïnide	Blocage des canaux Na <sup>+</sup> Ralentit la conduction Blocage modéré des canaux K <sup>+</sup>	Prolongation QRS
<i>Classe II</i>		Blocage des récepteurs β-adrénergiques Diminue la pente	Diminution de la fréquence sinusale

Betabloquants	spontanée de la phase 4	Prolongation PR
<i>Classe III</i> Amiodarone, Dofetilide	Blocage important des canaux $K^+$ Prolonge repolarisation	Allongement QT Torsades de pointe
<i>Classe IV</i> Verapamil, Diltiazem	Blocage des canaux $Ca^{2+}$	Diminution de la fréquence sinusale Prolongation PR

Ces différents mécanismes d'action permettent de proposer plusieurs options de prise en charge médicamenteuse selon la nature du trouble du rythme enregistré.

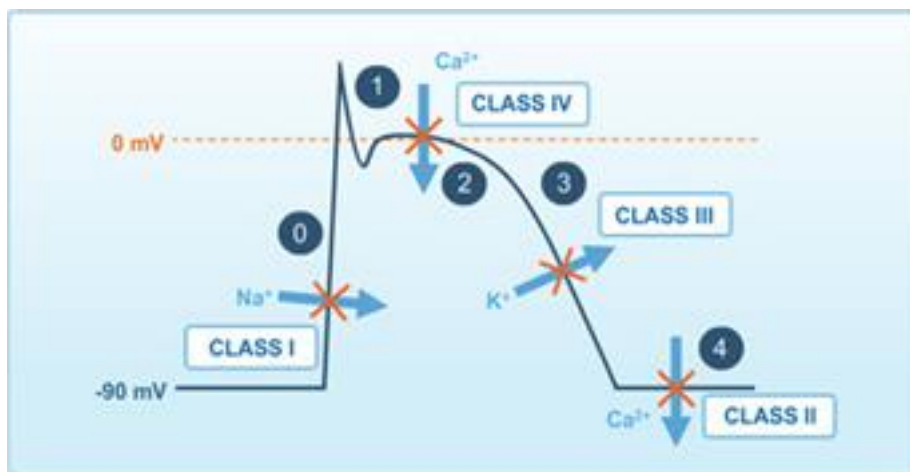


Figure 13 : Action des classes d'anti-arythmiques selon Vaughan et Williams (38)

#### 2.4.1.2. Traitement du trouble du rythme

Il correspond à la prise en charge aiguë de l'arythmie. La voie d'administration choisie correspondra aux impératifs de rapidité d'action, la voie intraveineuse est alors majoritairement choisie. Le choix de la molécule dépend de la nature du trouble et de son retentissement clinique. Deux approches peuvent être envisagées : le contrôle de la fréquence cardiaque ou le contrôle du rythme cardiaque.

Le contrôle du rythme cardiaque peut être obtenu par une cardioversion qui se définit comme la conversion rapide du trouble du rythme en rythme sinusal. Les classes Ic et III peuvent notamment être utilisées. Le contrôle de la fréquence est recherché via des molécules ralentissant le NAV pour les pathologies supraventriculaires (Classe IV, Digoxine, ...).

#### 2.4.1.3. Traitement préventif

L'instauration d'un traitement prophylactique dépend du terrain sous-jacent et des manifestations cliniques associées au trouble du rythme. Elle a pour but de limiter la fréquence des arythmies. Si le pronostic vital n'est pas engagé le traitement médicamenteux est souvent la première ligne de traitement.

#### 2.4.1.4. Traitement anticoagulant

La FA, et à un degré moindre les flutters, favorisent la stase sanguine et la formation de thrombus, multipliant par six le risque d'AVC ischémiques. La prévention de ce risque est essentielle au sein des sous-groupes les plus concernés (âge > 75 ans, cardiopathie associée, antécédent d'AVC, hypertension artérielle, diabète). (14)

Les anti-vitaminiques K se sont longtemps avérés les plus utilisés pour réduire l'incidence des AVC mais les contraintes liées à leur utilisation (surveillance, risques hémorragiques, ...) et l'émergence des anticoagulants oraux directs (ex : dagitraban) moins contraignants mais d'efficacité similaire ont remis en question leur utilisation.

### **2.4.2. Cardioversion électrique**

L'objectif d'une cardioversion électrique est le même que celui de la cardioversion médicamenteuse mais elle est obtenue par émission d'un choc électrique de haute énergie au niveau du thorax. Elle est réservée aux troubles persistants ou aux troubles paroxystiques à hauts risques.

### **2.4.3. Stimulateurs et défibrillateurs implantables**

En cas d'échec de la thérapeutique médicamenteuse, l'implantation d'un stimulateur cardiaque peut être réalisée pour les arythmies atriales, après ablation du nœud auriculo-ventriculaire. Un bloc auriculo-ventriculaire est créé chirurgicalement par destruction du nœud auriculo-ventriculaire. Le patient reste en FA mais sa fréquence cardiaque est contrôlée au niveau des ventricules par le stimulateur cardiaque. Le risque thromboembolique est toujours présent du fait de l'arythmie auriculaire.

Pour les troubles ventriculaires à haut risque, l'implantation d'un défibrillateur est rendue nécessaire afin de réduire précocement toute arythmie susceptible de se transformer en fibrillation ventriculaire. (33)

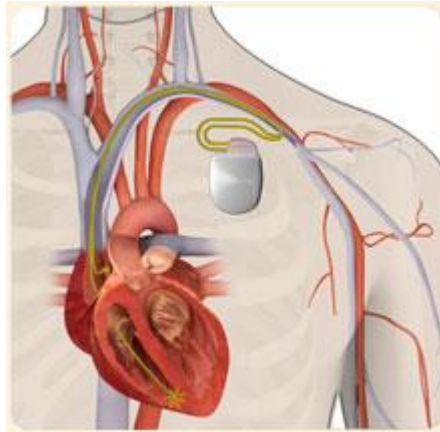


Figure 14 : Défibrillateur implantable et ses sondes positionnées dans le ventricule droit (39)

#### **2.4.4. Ablation par radiofréquence (RF)**

##### 2.4.4.1. Historique

L'élévation thermique au point de contact entre une électrode conductrice d'un courant électrique et la peau est une caractéristique biologique dont la première application clinique dans les années 20 a été le bistouri électrique. (40) La première application cardiaque date de 1986 avec l'ablation du nœud auriculo-ventriculaire. (41) La technique s'est désormais largement développée et permet la prise en charge de quasiment tous les troubles du rythme cardiaque selon une complexité plus ou moins importante.

##### 2.4.4.2. Bases physiques et effets tissulaires

La base du traitement par radiofréquence est l'échauffement qui résulte de la résistance des tissus au passage de ce courant. Celui-ci est constitué d'ondes électromagnétiques dont la fréquence est comprise entre 0,2 et 3 MHz. L'augmentation de la température créée, dépend proportionnellement de l'intensité et inversement proportionnellement de la surface de contact avec l'électrode. L'échauffement est immédiat et la chaleur est transmise aux tissus environnant par conduction. La température atteint alors un plateau dans un délai inférieur à une minute. (42)

Les effets tissulaires sont directement liés à la température soumise par le courant de radiofréquence. Une lésion initiale est obtenue par nécrose de coagulation pour des températures comprises entre 46 et 99°C. La lésion définitive sera obtenue après un processus de cicatrisation durant deux semaines.

Au-delà de 100°C, des effets de carbonisation ou vaporisation tissulaire peuvent survenir. (43) Recherchés en électrochirurgie, ils sont en revanche indésirables en rythmologie du fait du risque de formation de thrombus.

Pour rester en dessous de ce seuil, il est alors primordial de monitorer les différents paramètres pouvant influencer ou révéler une éventuelle élévation de la température :

- Le temps de contact : Il est nécessaire d'appliquer l'électrode suffisamment longtemps pour que la température atteigne son plateau (entre 30 et 60 secondes). (42)
- La puissance.
- L'impédance : son augmentation est un reflet des effets de vaporisation et carbonisation
- les modifications des tracés électrophysiologiques, conséquences directes de l'intervention.

#### 2.4.4.3. Abords interventionnels

L'ablation par radiofréquence est, dans la majorité des cas, endocavitaire (l'abord épicaudique par voie percutanée peut être utilisé dans certains cas très spécifiques). Elle est réalisée principalement par cathétérisme.

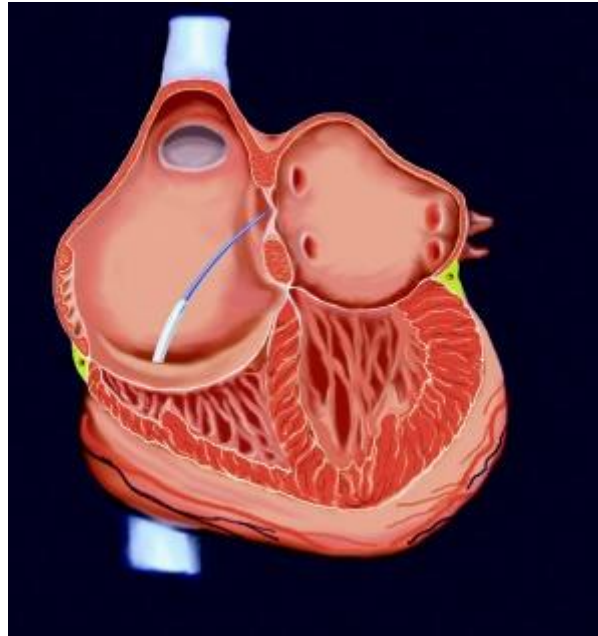
##### - *Abord vasculaire :*

L'abord veineux ou artériel est réalisé selon la technique de Seldinger, méthode utilisée pour nombre de cathétérisme (angiographie, pose d'une voie veineuse centrale, etc.). Il est réalisé par la veine fémorale droite, en remontant par la veine cave inférieure jusqu'à l'oreillette droite ou le ventricule droit ou par l'artère fémorale gauche pour remonter par l'aorte jusqu'au ventricule gauche. L'accès au cœur, tout comme le positionnement des cathéters, se fait sous contrôle fluoroscopique et interprétation instantanée signaux électrocardiographiques.

##### - *Abord transeptal :*

Lorsque la zone où intervenir se situe au sein de l'oreillette gauche (par exemple dans la FA, les veines pulmonaires), il est nécessaire de traverser le septum

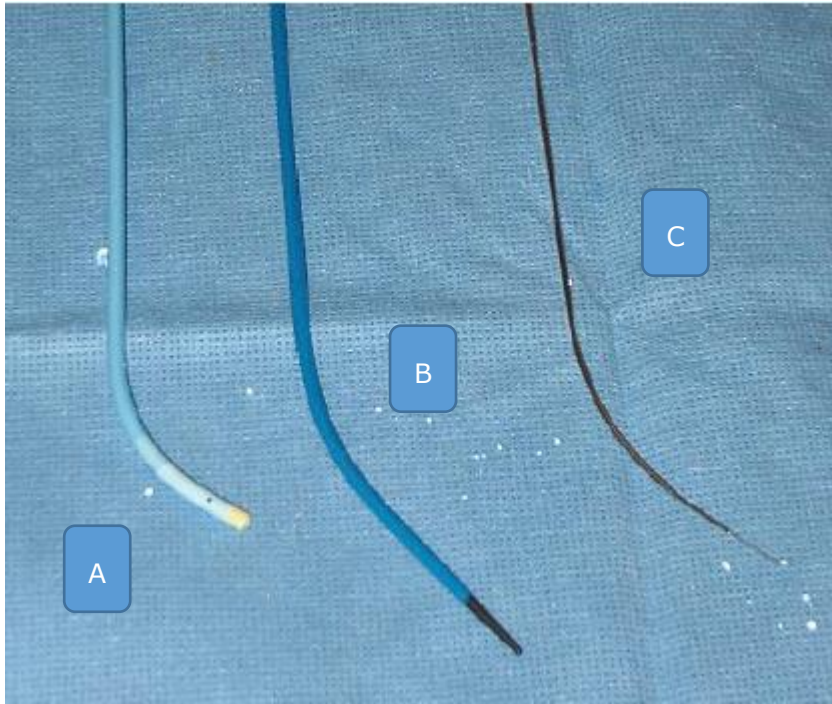
interauriculaire. Cette technique s'appelle le cathétérisme transeptal (figure 15). Si le foramen ovale, paroi du septum la plus fine, n'est pas perméable, il est réalisé sous fluoroscopie à l'aide d'un introducteur et d'une aiguille transeptale.



*Figure 15 : Cathétérisme transeptal (44)*

L'introducteur est constitué d'une gaine et d'un dilatateur, recourbés pour adopter une forme adaptée à la cloison inter-auriculaire. Généralement en polyéthylène ou en polytetrafluoroéthylène (PTFE), il est monté au niveau du septum par un guide de courbure similaire. Une fois en place, l'objectif de la gaine est de faciliter, orienter et stabiliser le positionnement du cathéter passé au travers. Il existe des gaines bidirectionnelles orientables utilisées pour faciliter la maniabilité de celui-ci au cours d'interventions complexes.

L'aiguille de ponction transeptale utilisée est dite de Brockenbrough et est généralement en acier inoxydable. Son biseau est très affuté et sa courbure peut varier en fonction des différentes anatomies. L'aiguille dispose d'une lumière interne permettant le passage des produits de contraste, et solutions d'anticoagulation et son rinçage en cours de procédure. Elle est reliée à un système de contrôle de pression destiné à objectiver le passage du septum.



A : Gaine transeptale 8F  
 B : Dilatateur  
 A + B : Introducteur transeptal  
 C : Aiguille transeptale de type Brockenbrough

Figure 16 : Dispositifs médicaux utilisés pour le cathétérisme transeptal

#### 2.4.4.3. Cathéters d'ablation

L'extrémité proximale d'un cathéter d'ablation est reliée à un générateur de radiofréquence, source de l'énergie. C'est à son niveau que les caractéristiques du tir sont réglées : puissance, durée, température. L'appui maintenu sur une pédale permet le tir de radiofréquence.



Figure 17 : Générateur de Radiofréquence - Biosense Webster



Les cathéters sont le plus souvent en polyéther bloc amide (Pebax®) ou en polyuréthane armé et sont reliés via leur poignée au générateur par des câbles spécifiques.

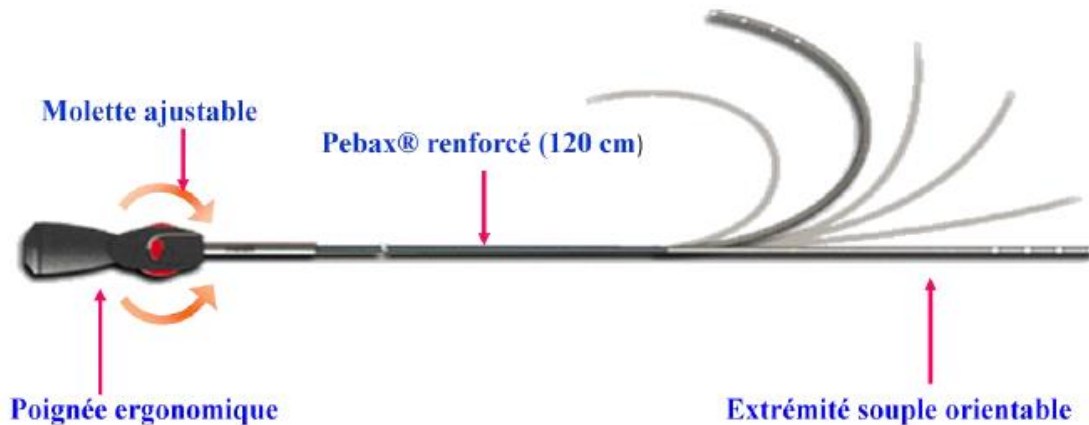


Figure 18 : Cathéter d'ablation (45)

- *Electrodes*

L'extrémité distale du cathéter compte une électrode distale, émettrice de l'énergie de radiofréquence et trois autres électrodes appelées annulaires. L'espace entre les différentes électrodes est généralement de 2/5/2 mm, cet espacement joue sur la résolution des signaux de l'activité électrique cardiaque. La longueur de cette électrode distale est de 4 ou 8m. Elle est généralement en platine iridié et plus rarement en or, deux métaux présentant une résistance faible au passage de l'énergie, qualité qui permet de diminuer l'impédance de l'électrode. (46)

La taille de la lésion de radiofréquence dépend de la puissance, du temps d'application et de la force de contact avec le tissu. (89,90) Pour une puissance élevée, le temps d'application est fréquemment réduit par une montée d'impédance (le mode « power control ») quand la température de contact entre l'électrode et le tissu atteint 100°C. Plusieurs outils ont été développés pour limiter ce phénomène :

- *Thermistance :*

La thermistance (ou thermocouple) est un capteur situé au niveau de l'électrode qui recueille la température en temps réel de la zone de contact en temps réel. Elle permet ainsi de contrôler la température de la zone de contact et aussi de limiter la puissance générée.

- *Irrigation :*

L'irrigation de l'électrode distale avec une solution saline est utilisée afin de limiter l'élévation de température, augmenter la puissance et diminuer le risque de formation de

thrombus. Développés dans un premier temps de manière interne, les systèmes d'irrigations sont aujourd'hui externes. L'irrigation interne a paradoxalement tendance à favoriser la formation de thrombus au niveau de l'électrode distale.



Figure 19 : Cathéter d'ablation irrigué

L'irrigation se fait classiquement via une rangée de six orifices mais différentes alternatives ont également été développées : deux rangées de six orifices, extrémité flexible permettant une meilleure conformation à l'anatomie du patient, chambre d'irrigation permettant une diffusion plus uniforme.

Plus récemment, certains cathéters ont été dotés d'un capteur sensible à la force de contact avec la paroi. Cela permet d'obtenir une relation entre la dimension de la lésion et la pression exercée, données qui complètent les informations données par la cartographie électroanatomique.

#### 1.4.4.4. L'ablation par radiofréquence dans la FA

##### - *Isolation des veines pulmonaires :*

90% des foyers arythmogènes générateurs de FA se situent à la base d'une ou plusieurs des veines pulmonaires. (16) La destruction focale de ces foyers ne permet pourtant pas d'obtenir un taux de réussite satisfaisant, plusieurs foyers pouvant se retrouver dans la même veine pulmonaire. (47) La technique a donc évolué afin d'isoler électriquement la ou les VP concernée(s) via des tirs circonférentiels à l'extérieur de l'ostium.

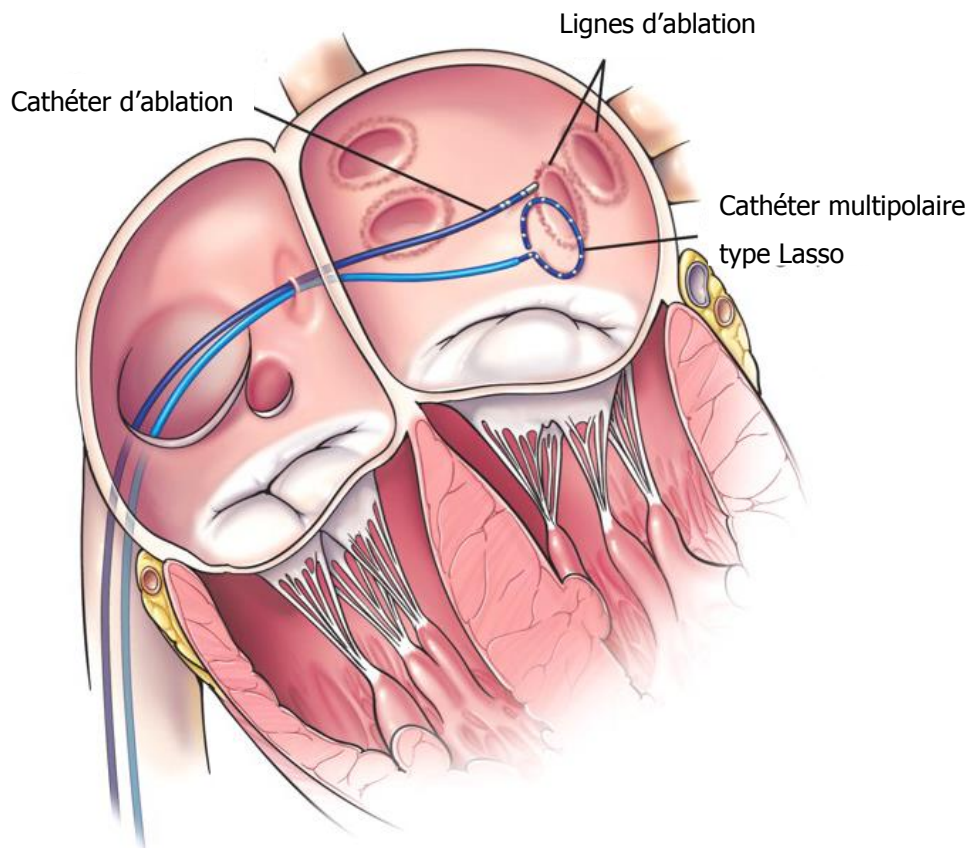


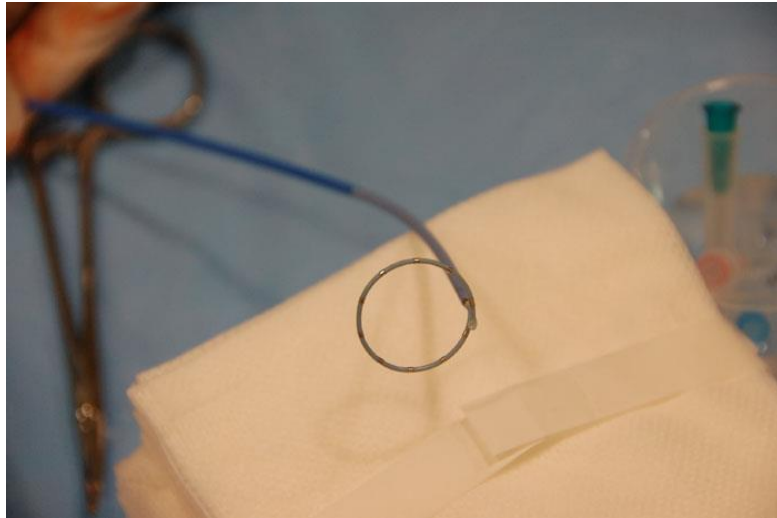
Figure 20 : Isolation des veines pulmonaires (48)

La simple isolation des veines pulmonaires est le plus souvent suffisante dans la prise en charge des FA paroxystiques mais les autres types de FA, impliquent plus souvent un tissu atrial pathologique et nécessitent une intervention sur ce substrat. Des ablations linéaires peuvent être effectuées pour limiter les phénomènes de réentrée pouvant survenir après l'intervention :

- Le long du toit de l'oreillette gauche pour relier les deux veines pulmonaires supérieures
- Entre la valve mitrale et la veine pulmonaire inférieure gauche
- *Apport des cathéters multipolaires de type Lasso :*

Le cathéter de type Lasso, est un cathéter intracardiaque diagnostique qui se caractérise par son extrémité distale se terminant par un anneau pourvu de dix ou vingt électrodes. Ces électrodes permettent de cartographier l'ostium des VP, d'enregistrer l'activation locale, déterminer les sites de primo-activation responsables de la conduction atrioveineuse et de vérifier la déconnexion effective des cibles en fin de procédure. Ce ciblage des potentiels veineux pulmonaires proximaux et leur ablation sélective a permis

de limiter la complication principale de l'isolation des veines pulmonaires par radiofréquence : la sténose des veines pulmonaires.



*Figure 21 : Cathéter multipolaire de type Lasso*

Les cathéters sont en Pebax® ou en polyuréthane armé et leur extrémité distale est flexible et à mémoire de forme lui permettant de revenir à la forme de « lasso » après introduction. L'extrémité proximale est dotée d'une poignée permettant de positionner et orienter le cathéter et de le relier à la baie d'électrophysiologie. Le diamètre peut être fixe (de 12 à 35 mm) ou variable (15 à 25 mm). Cette possibilité permet au cathéter de s'adapter aux morphologies de VP les plus communes. Les enregistrements obtenus peuvent être mis à profit par les systèmes de cartographie 3D.

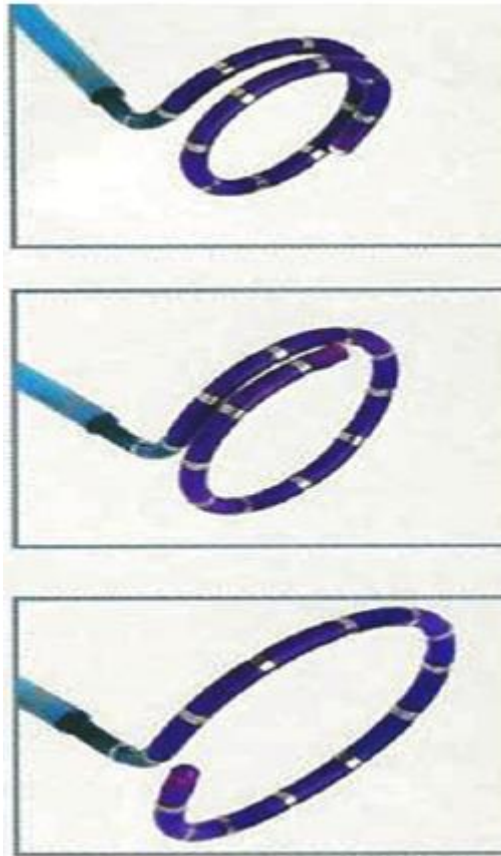


Figure 22 : Différentes conformations d'un cathéter de type Lasso à diamètre variable (45)

La courbure du cathéter est orientable, pouvant varier de 0 à 180°. Cette déflexion est uni ou bidirectionnelle (ex : Reflexion Spiral™, Saint Jude Medical), afin d'atteindre les sites difficiles d'accès comme la veine pulmonaire inférieure droite.

- *Cathéters d'ablation circulaire :*

L'isolation des veines pulmonaires par création d'une lésion linéaire point par point est une procédure systématique et efficace. Parce que les cathéters d'ablation classiques ne permettent pas la création d'une longue lésion bien linéaire, des épisodes de FA peuvent réapparaître à distance de la première procédure. L'isolation d'une veine pulmonaire en une seule manipulation est possible en utilisant un cathéter circulaire multi-électrode.

Le cathéter circulaire PVAC fut le premier à être introduit, il délivre un courant de radiofréquence à travers les 5 paires d'électrodes simultanément, ou paire après paire, permettant d'isoler la VP en une seule manipulation diminuant de fait la durée de la procédure. Néanmoins, sa non-irrigation a été rendue responsable de lésions ischémiques cérébrales asymptomatiques et son utilisation est actuellement limitée.



Figure 23 : Cathéter circulaire PVAC - Medtronic

Des cathéters circulaires irrigués sont désormais disponibles sur le marché.

- *Place de l'ablation par RF dans la prise en charge :*

Il s'agit d'une option thérapeutique de deuxième intention dans la majorité des cas, réalisée dans les centres spécialisés et recommandée chez les patients en échec thérapeutique médicamenteux. (1)

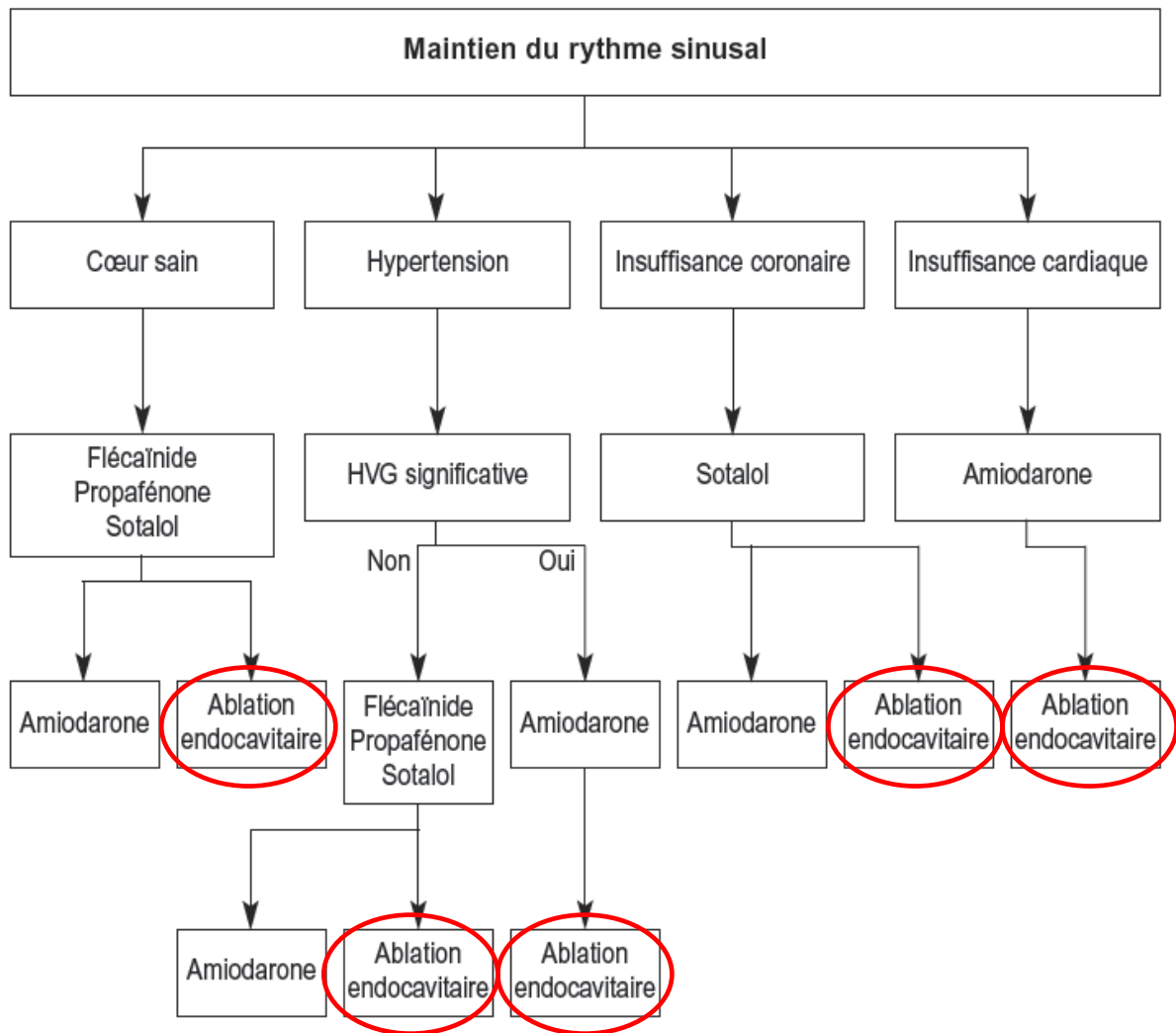


Figure 24 : Recommandations de prise en charge de la FA paroxystique ou permanente (1)

Avec les résultats récents comparant cette technique au traitement préventif médicamenteux, certaines recommandations, notamment celles de l'ESC, envisagent la possibilité de proposer l'ablation par RF en première ligne de traitement au sein d'une certaine population de patients présentant une FA paroxystique (en ayant donné leur consentement éclairé et sans cardiopathie sous-jacente ou facteurs de risques de complications per ou postopératoires). (20,49)

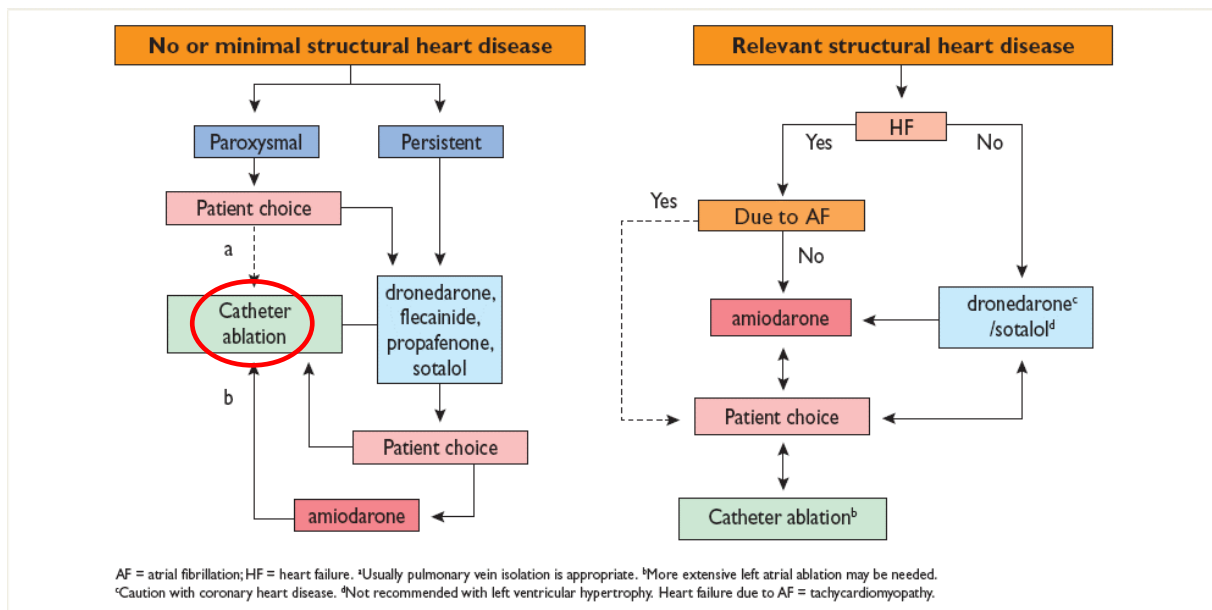


Figure 25 : Place de l'ablation par RF dans les recommandations de l'ESC (49)

#### 1.4.4.5. L'ablation par radiofréquence dans les flutters

##### - Ablation de l'isthme cavotricuspide

La cible anatomique recherchée lors de l'ablation d'un flutter typique est l'isthme cavotricuspide, zone de conduction lente essentielle au circuit de réentrée du flutter qu'il soit horaire ou antihoraire. Une ligne d'ablation est donc effectuée au sein de la zone concernée. Le succès de la procédure est déterminé après obtention d'un bloc bidirectionnel de conduction au niveau de l'isthme et non inductibilité du flutter malgré stimulation.

##### - Place de l'ablation par RF dans la prise en charge

Elle est normalement proposée en première intention en raison de la grande efficacité de la technique, de l'absence de prise en charge médicamenteuse efficace associée à un taux de récurrence spontanée important.



### Recommendations for Long-Term Management of Atrial Flutter

Clinical Status/ Proposed Therapy	Recommendation	Class	Level of Evidence	References
First episode and well-tolerated atrial flutter	Cardioversion alone	I	B	(391)
	Catheter ablation*	IIa	B	(427)
Recurrent and well-tolerated atrial flutter	Catheter ablation*	I	B	(424-426)
	Dofetilide	IIa	C	(406,407)
	Amiodarone, sotalol, flecainide, †‡	IIIb	C	(95,405,408)
	quinidine, †‡ propafenone, †‡ procainamide, †‡ disopyramide †‡			
Poorly tolerated atrial flutter	Catheter ablation*	I	B	(424-426)
Atrial flutter appearing after use of class Ic agents or amiodarone for treatment of AF	Catheter ablation*	I	B	(431,432)
	Stop current drug and use another	IIa	C	
Symptomatic non-CTI-dependent flutter after failed antiarrhythmic drug therapy	Catheter ablation*	IIa	B	(450-452)

The order in which treatment recommendations appear in this table within each class of recommendation does not necessarily reflect a preferred sequence of administration. Please refer to text for details. For pertinent drug dosing information, please refer to the ACC/AHA/ESC Guidelines on the Management of Patients With Atrial Fibrillation.

\*Catheter ablation of the AV junction and insertion of a pacemaker should be considered if catheter ablative cure is not possible and the patient fails drug therapy.

Figure 26 : Recommendations de prise en charge du flutter atrial (50)

#### 1.4.4.6. L'ablation par radiofréquence dans les tachycardies jonctionnelles

La prise en charge dépend du retentissement clinique des épisodes de tachycardie ou du risque de mort subite dans certaines d'entre elles. Si la tolérance est satisfaisante, l'abstention thérapeutique est préférée. Dans le cas contraire, l'ablation peut être proposée en première intention ou seconde intention chez les patients mal contrôlés par leur traitement médicamenteux, ayant des effets indésirables gênants, ou refusant de prendre un traitement médical. (50)

Comme dans le flutter, l'intervention consiste à rompre le circuit de réentrée, en interrompant le Faisceau de Kent incriminé dans le cas des réentrées atrioventriculaires ou la voie lente du circuit de réentrée intranodale.

#### 1.4.4.7. L'ablation par radiofréquence dans les troubles du rythme ventriculaire

En cas de symptomatologie clinique invalidante, le traitement de première ligne est médicamenteux, ces traitements ayant une efficacité de l'ordre de 20-50%. En cas d'échec, une ablation par RF pourra être proposée si le trouble est localisé et monomorphe car elle permet une destruction focale d'un ou de plusieurs foyers arythmogènes ou substrats responsables de réentrée identifiés. Le taux de réussite à court et moyen termes est de l'ordre de 85%. (32,51)

Dans les cas de TRV survenant sur un terrain de cardiopathie sous-jacent, l'ablation par radiofréquence est envisagée que comme traitement adjuvant (associé à un traitement médicamenteux ou défibrillateur implantable).

### **1.4.3. Cryoablation**

#### 1.5.4.1. Principe et indication

La cryoablation au ballon est un concept développé pour être principalement utilisé pour isoler les veines pulmonaires responsables de FA par l'application localisée de froid (aux alentours de -70°C). Le cathéter transmet en effet un liquide réfrigérant, du protoxyde d'azote liquide, qui produit un abaissement de la température responsable de la formation de glace à l'intérieur des cellules en contact avec le cathéter. Il y a alors rupture de la membrane cellulaire et nécrose des tissus.

La technique est indiquée en seconde intention dans la prise en charge des FA paroxystiques chez des patients n'ayant pas déjà eu d'actes d'ablation par radiofréquence. En revanche, elle n'est pas indiquée en cas de FA persistantes en raison de taux de réussite plus faibles. (52) L'anatomie des veines pulmonaires peut également être un facteur d'exclusion de la technique.

#### 1.5.4.2. Technique

Comme pour l'ablation par RF, la cryoablation s'effectue par cathétérisme cardiaque droit. Le cryoballon est ensuite passé dans l'oreillette gauche par abord transeptal sous fluoroscopie avec ou sans échographie cardiaque. Il est alors placé au niveau de l'ostium des veines pulmonaires, l'anatomie de celles-ci, explorées par tomographie ou imagerie à résonance magnétique avant l'intervention, ayant permis de sélectionner une taille de ballon adéquate. Le positionnement exact du cryoballon est déterminé par mesure de pression et angiographie. Les foyers arythmogènes sont alors déconnectés de manière circonférentielle par abaissement de la température. L'opération dure environ 4 minutes par VP et peut être répétée. Un cathéter lasso est monté à travers le ballon pour objectiver la déconnexion de la VP en fin de procédure. Le lasso et le ballon sont ensuite retirés.

#### 1.5.4.4. Dispositifs médicaux utilisés

Actuellement Medtronic (Minneapolis, MN, USA) est le seul fournisseur de cryoballons indiqués dans le traitement de la FA paroxystique. Voici les dispositifs captifs utilisés spécifiquement pour cette technique :

- *Abord fémoral* : la taille du cryoballon impose l'utilisation d'un désilet de taille supérieure à ceux utilisés (14F contre 6 à 8F)
- *Abord transeptal* : une gaine orientable sur 135° suffisamment large pour que le cryoballon puisse y être inséré, est utilisé.
- *Cartographie* : le cathéter pour cartographie intracardiaque des veines pulmonaires *Achieve*®, conçu pour pouvoir s'intégrer au dispositif de mise en place du cryoballon. Il s'agit d'un cathéter de cartographie de type Lasso disposant de 8 électrodes et relié à la console de cryoablation. Il permet de s'affranchir l'utilisation du système de cartographie 3D nécessaire au cours d'une ablation par RF.
- *Cryoballon* : Le dispositif *Arctic Front Advance*® est la deuxième génération de cryoballon développé par Medtronic. Il existe en 2 tailles, 23 et 28mm. Il se dégonfle de lui-même à une température de 20°C.



Figure 27 : Cryoballon surmonté du cathéter de cartographie - Medtronic

- *Gaz réfrigérant* : l'abaissement de température est obtenu à l'aide de protoxyde d'azote, nécessitant adaptation des locaux, contrôle de ces gaz et maintenance. Une bouteille de gaz de 2 litres couvre 5 procédures.
- *Console de cryoablation et consommables* : La console contient les composants électriques, mécaniques et logiciels permettant de conduire à bien une intervention de cryoablation. Elle délivre aussi le gaz nécessaire à cette intervention. Deux câbles relient les cathéters à cette console, l'un électrique et l'autre coaxial permettant le transport du protoxyde d'azote et sa restitution après action.

### **3. Evaluation et valorisations économiques des activités hospitalières**

Le système de tarification à l'activité (T2A), mis en place dès 2004 a profondément modifié les versants organisationnels et économiques du système de santé français. Il a été l'une des mesures phares du Plan Hôpital 2007.

#### **3.1 Tarification à l'activité : une révolution du modèle hospitalier**

Ce système de financement qui consiste à rémunérer les établissements de santé en fonction de leur activité effective a largement impacté l'organisation des établissements de santé. La France n'est pas le premier pays à s'être doté d'une tarification des soins hospitaliers à l'activité, une vingtaine de pays en Europe, en Amérique du Nord et en Océanie ont en effet déjà développé une structure de tarification de ce type. Elle est cependant l'un de ceux où la part de financement global via ce système est le plus élevé (80%). (53)

##### **3.1.1. Historique du financement hospitalier en France**

Entre 1983 et 2004 le mode de financement différait en fonction du statut juridique de l'établissement : (54)

- Les établissements publics de santé (EPS) et les établissements de santé privés à intérêt collectif (ESPIC) fonctionnaient avec une enveloppe annuelle : la dotation globale. Celle-ci était calculée sur la base de l'exercice précédent, indexée au taux de croissance des dépenses hospitalières et fixée par l'Etat.
- Les établissements hospitaliers à but lucratif (EHBL) avaient, eux, conservé l'ancien système, facturant leurs actes et prestations à l'Assurance Maladie sous formes de forfaits journaliers, appelés prix de journée. Les tarifs de ces forfaits étaient négociés avec les différentes Agences Régionales de l'Hospitalisation (ARH), ancêtres des actuelles Agences Régionales de Santé (ARS).

A partir de 2004, un processus d'homogénéisation de la rémunération des établissements de santé a été initié par la mise en place de la T2A. Celle-ci couvrit 100% de l'activité des EHBL dès 2005 et 100% de l'activité de court séjour des EPS et ESPIC à partir de 2008.

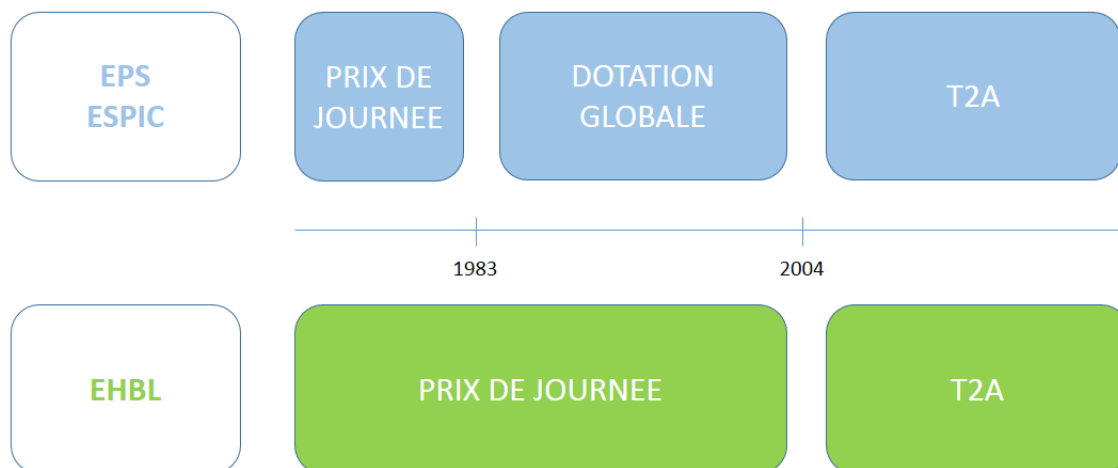


Figure 28 : Historique du financement des établissements de santé en France

### 3.1.2. Objectifs

Lors de sa mise en place, trois effets justificatifs de la mesure ont été recherchés :

- Une amélioration de l'efficience aux échelles locale et nationale. Ce nouveau système incite en effet l'ensemble des acteurs publics et privés à améliorer leur productivité en cherchant à réduire leurs coûts. Cet objectif nécessite la mise en place d'outils de pilotage interne (comptabilité analytique, pilotage médico-économique) et la définition d'une stratégie d'optimisation de leurs dépenses. Ces modifications organisationnelles ont ainsi entraîné une logique économique et pragmatique de l'activité.
- Une meilleure transparence assurée par le lien entre production de soins et financement de ceux-ci. Le système de dotation globale rendait les contrôles et comparaisons difficiles entre régions et établissements.
- Un sentiment d'équité renforcé. Le même acte ou la même prestation est financée de manière identique peu importe l'établissement de santé.

### **3.1.3. Missions d'un établissement hospitalier**

- Missions de soins :

Les établissements de santé, quel que soit leur statut juridique, doivent assurer les examens de diagnostic, la surveillance et le traitement des malades, des blessés et des femmes enceintes en tenant compte des aspects psychologiques de chacun d'eux (55). Ils ont pour objet de dispenser :

- des soins de court séjour : MCO (médecine, chirurgie, obstétrique), odontologie et psychiatrie
- des soins de long séjour : soins de suite et réadaptation (SSR), établissements d'hébergement de personnes âgées dépendantes (EHPAD) et unités de soins de longue durée (USLD)
- l'hospitalisation à domicile (HAD)
- des consultations externes

Ces soins peuvent s'effectuer avec hébergement (hospitalisation conventionnelle, hospitalisation de semaine) ou sans (hospitalisation de jour et chirurgie ambulatoire).

- Missions d'intérêt général et d'aide à la contractualisation (MIGAC) :

L'objectif de ces MIGAC est de maintenir des sources financières hors du principe général du financement par l'activité. (56) On peut les séparer en trois catégories :

- *Les missions d'enseignement et de recherche, de référence et d'innovation (MERRI) :*
  - La recherche médicale et l'innovation, notamment la recherche clinique (programme hospitalier de recherche clinique, ...)
  - La formation du personnel médical et paramédical
  - La recherche, l'enseignement, la formation, l'expertise, la coordination et l'évaluation des soins relatifs à certaines pathologies et réalisés par des structures spécialisées ainsi que les activités hautement spécialisées assurées par des structures assumant un rôle de recours (ex : centres de référence pour la prise en charge des maladies rares, services de grands brûlés,...).

- *Les autres missions d'intérêt général :*
  - La participation aux missions de santé publique : vigilances, équipes mobiles, évaluation des pratiques, ...
  - La participation à la définition et à la mise en œuvre des politiques publiques : politique hospitalière, dialogue social,...
  - La participation aux dépenses correspondant aux activités de soins dispensés à des populations spécifiques : Soins des détenus, permanence d'accès aux soins de santé (PASS)
  - Les Services d'aide médicale Urgente (SAMU) et Services mobiles d'urgence et réanimation (SMUR)
  
- *L'aide à la contractualisation :*

Elle a dans un premier temps principalement financé les surcoûts de charges d'amortissement induits par les investissements (notamment dans le cadre du plan Hôpital 2007). Elle permet également d'accompagner le développement ou le maintien d'activités et de soutenir les établissements dans leurs efforts d'adaptation aux réformes et de retour à l'équilibre.

- Organisation du financement de ces missions :

Toutes les missions d'un établissement de santé ne relèvent donc pas de la T2A. Par définition, les MIGAC sont forfaitaires comme un certain nombre de missions de soins. A court ou moyen terme, il est néanmoins prévu qu'un financement à l'activité soit instauré pour les activités de SSR et de psychiatrie. L'activité de consultations d'un établissement de santé est, elle, remboursée à l'acte selon la nomenclature générale de la Classification Commune des Actes Médicaux (CCAM)





Figure 29 : Modes de financements en fonction de l'activité hospitalière

### 3.1.4. Limites des systèmes de financement basés sur l'activité

L'introduction d'un tel système de financement n'est pas sans risques. L'apparition d'effets pervers est possible. Principalement concernée, la qualité de soins, un conflit d'objectifs peut en effet se créer entre la qualité de prise en charge et les contraintes créées (57). Lors de sa mise en place, la France avait néanmoins accès aux expériences antérieures à l'étranger pour les identifier.

- Impact sur la durée de séjour :

La valorisation d'un séjour étant partiellement indépendante de la durée de celui-ci, il existe une incitation directe à limiter celle-ci pour diminuer les coûts. Ainsi depuis l'instauration de la T2A, une diminution de la durée des séjours a bien été objectivée et a été couplée à une augmentation du nombre de ceux-ci. Dans l'exemple des épisodes de pose de prothèse totale de hanche, la DMS a été diminuée de 4 jours entre 2002 et 2009, ceci quel que soit l'âge ou la sévérité du patient. (58) Cette réduction porte sur les séjours anormalement longs ou non justifiés (techniques ou actes réalisables en ambulatoire ou en hôpital de jour). Le risque reste néanmoins d'entraîner une dérive indésirable qui entraînerait des retours à domicile ou transferts dans d'autres structures trop précoces. Pour que le système fonctionne il doit trouver un équilibre pour que l'efficacité recherchée ne devienne pas délétère.

- Impact sur la médecine de ville :

Il est fortement intriqué avec l'évolution de la durée des séjours hospitaliers. Dans l'exemple étatsunien, la baisse moyenne de la durée de ceux-ci s'est accompagné d'une augmentation excessive des soins de longue durée et en ambulatoire. (59) Une politique cohérente entre les différents volets de prise en charge est nécessaire pour éviter ce système de vases communicants contre-productif.

- Impact sur la sélection de patients :

Deux effets fréquemment redoutés sont la sélection de patients à bas risques et l'induction de la demande entraînant une multiplication d'actes pas forcément nécessaires mais « rentables ». Si ces effets ne sont pas démontrés en France, il a toutefois été observé une modification franche du profil d'activité des établissements hospitaliers à but lucratif (EHBL) avec une chute progressive des séjours en médecine et obstétrique couplée à une augmentation importante des séjours de chirurgie, principalement ambulatoire. La chirurgie de la cataracte et la prostatectomie peuvent ainsi être cités en exemple avec des augmentations respectives de 35 et 50 % de leur taux standardisés (par 100 000 habitants) au sein de la population générale. Sur la même période, les épisodes nécessitant une intervention chirurgicale plus lourde ont connu moins de variation. Par exemple le taux de pose de prothèses totales de hanche dans la population est resté stable. (58)

- Impact sur l'innovation :

La valorisation des séjours se fait sur des données rétrospectives. Lorsqu'une innovation onéreuse fait son apparition dans les pratiques médicales, il est dès lors possible que les revenus des séjours concernés ne couvrent plus les dépenses, freinant ainsi les établissements à utiliser ces nouvelles techniques ou thérapeutiques. Pour éviter ces cas de figure, un système de facturation en sus de la T2A a été mis en place.

- Codage opportuniste :

Le codage opportuniste ou « upcoding » est un détournement qui consiste à coder des actes non effectués ou non nécessaires pour accéder à des séjours plus rémunérateurs. Cette pratique a été surtout étudiée dans le système de santé étatsunien pour les remboursements du système d'assurance maladie Medicare. A titre d'exemple, une disparité importante entre certains diagnostics associés tels les infections respiratoires étaient surcodés en fonction du statut de l'établissement (à but lucratif ou non). (60) Pour éviter ce type de comportement, des contrôles de l'Assurance Maladie sont régulièrement effectués.

### **3.2. Le Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information : la base de la T2A**

Instauré en 1989, le Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI), basé sur le système des Diagnosis Related Group (DRG) étatsuniens, est devenu le système de codification sur lequel repose système de financement par la T2A.

#### **3.2.1. Objectifs du PMSI**

Lors de son développement, le PMSI n'avait qu'un objectif épidémiologique et de santé publique concernant l'activité hospitalière. Ce n'est qu'au milieu des années 90, que la possibilité de l'utiliser dans le cadre du financement des établissements de santé a été évoquée et que les études de faisabilité ont débutées. Ses objectifs sont de :

- Décrire et mesurer l'activité hospitalière
- Catégoriser des groupes proches de malades

Seul Le PMSI concernant les courts séjours MCO sera développé dans ce travail. (61,62)

#### **3.2.2. Les différents résumés d'hospitalisation**

##### 3.2.2.1. Le Résumé d'Unité Médicale

Le Résumé d'Unité Médicale (RUM) contient toutes les infos relatives au passage d'un patient au sein d'une Unité Médicale (UM). Il contient ainsi :

- Les différents diagnostics codés à l'aide de la CIM-10 (Classification Internationale des Maladies, X<sup>ème</sup> version) de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) : (63)
  - Diagnostic Principal (DP) : diagnostic défini à la sortie de l'UM comme celui ayant motivé l'hospitalisation.
  - Diagnostic Relié (DR) : diagnostic chronique ou permanent permettant d'éclaircir le contexte pathologique.
  - Diagnostic Associé (DA) : pathologie active, significative, prise en charge pendant le séjour.
- Les différents actes pratiqués, codés à l'aide de la Classification Commune des Actes Médicaux (CCAM). (64)
- Les informations médicales (âge, poids,...)
- Les informations non médicales (numéro d'identification du patient, mode d'entrée, de sortie, code postal de résidence, ...)

### 3.2.2.2. Le Résumé de Sortie Standardisé

Le Résumé de Sortie Standardisé (RSS) est produit, à l'aide d'un outil appelé groupeur, au terme de l'hospitalisation d'un patient. Il est composé d'autant de RUM que le patient a fréquenté d'unités médicales pendant son séjour. S'il n'a fréquenté qu'une seule UM, le RSS est alors égal au RUM.

### 3.2.2.3. Le Résumé de Sortie Anonyme

Le Résumé de Sortie Anonyme (RSA) est le résumé final qui peut être transmis aux tutelles (Agence Régionale de Santé). Il est totalement anonymé par le résultat d'un processus automatique réalisé par un module logiciel fourni par les services de l'État, ceci après avoir été rattaché à un Groupe Homogène de Malades (GHM).

## **3.2.3. Les Groupements Homogènes de Malades**

L'une des finalités du PMSI a été de définir des groupes de patients cohérents d'un point médical et économique. Les GHM sont ainsi les équivalents des DRG étatsuniens, sans pour autant être identiques. Ces GHM sont regroupés au sein d'une classification publiée par le Ministère de la Santé au bulletin officiel, celle-ci en est à sa onzième version (65).

### 3.2.3.1 Principes de la classification des GHM

Les GHM sont identifiés par un code alphanumérique à quatre niveaux de classification.

#### *- Catégories Majeures de Diagnostic*

Les catégories majeures de diagnostic correspondent au premier niveau de codage du GHM (Tableau 2). Vingt-trois d'entre elles (1 à 23) correspondent en fait au système fonctionnel concerné par le diagnostic principal ou à un regroupement de pathologies d'origines similaires.

En revanche pour les CMD 25 à 27, il s'agit directement d'un DP. Elles disposent d'un arbre décisionnel qui leur est propre afin de décrire des cas lourds dont la prise en charge est souvent transversale. Enfin la CMD 28 décrit certaines activités imposant un nombre d'hospitalisations de durée inférieure à un jour qui sont souvent répétées (hémodialyse, radiothérapie, oxygénothérapie et chimiothérapie).

Tableau 2 : Catégories majeures de diagnostic

<b>Numéro</b>	<b>Catégorie Majeure de Diagnostic</b>
01	Affections du système nerveux
02	Affections de l'œil
03	Affections ORL
04	Affections de l'appareil respiratoire
05	Affections de l'appareil circulatoire
06	Affections du tube digestif
07	Affections du système hépatobiliaire et du pancréas
08	Affections de l'appareil musculo-squelettique
09	Affections de la peau, des tissus sous cutanés et des seins
10	Affections endocriniennes, métaboliques ou nutritionnelles
11	Affections du rein et des voies urinaires
12	Affections de l'appareil génital masculin
13	Affections de l'appareil génital féminin
14	Grossesses pathologiques, accouchements et post-partum
15	Nouveau-nés, prématurés et affections périnatales
16	Affections du sang et des organes hématopoïétiques
17	Affections myeloprolifératives et tumeurs de siège imprécis
18	Maladies infectieuses et parasitaires
19	Maladies et troubles mentaux
20	Troubles mentaux liés à l'absorption de drogues
21	Traumatismes, allergies et empoisonnements
22	Brulures
23	Facteurs influents sur l'état de santé et autres motifs
25	Maladies dues à une infection par le VIH
26	Traumatismes multiples graves
27	Transplantations d'organes
28	Séances
90	Erreurs et autres séjours indésirables

- *Actes classants*

Le deuxième niveau de classification concerne la présence ou non d'un acte classant opératoire lors du séjour. Celle-ci permet alors de positionner ce même séjour au sein d'un GHM de type chirurgie ou de type médecine. (Tableau 3). La nuance concerne certains actes classants considérés comme non opératoires car ne se caractérisant pas par une prise en charge en bloc opératoire.

Pour certains groupes (CMD 15 ou 19 par exemple) le classement a lieu sans prendre en compte les actes effectués lors du séjour, ils sont regroupés au sein de la catégorie *groupe indifférencié*.

*Tableau 3 : Actes classants*

<b>Caractère</b>	<b>Signification</b>
C	Acte classant opératoire (Chirurgie)
K	Acte classant non opératoire
M	Absence d'acte classant (Médecine)
Z	Groupe indifférencié
H	Erreur ou acte inclassable

- *Diagnostics principaux*

Il s'agit du troisième niveau de classification, chaque DP étant codé par un code numérique. Plusieurs DP peuvent ramener sur le même code et ainsi coder vers un même GHM. La combinaison de ces trois premiers critères de classification forme un GHM dit *racine*, regroupant tous les séjours pour un DP donné sans la notion de sévérité de ces séjours.

- *Niveaux de sévérité*

Le quatrième et dernier niveau concerne le niveau de sévérité du patient. (Tableau 4). Développés pour éviter une éventuelle sélection des patients moins « graves », ces niveaux de sévérité sont principalement déterminés par les comorbidités associées (CMA). Une liste d'exclusion énumère les affections qui perdent leur caractère de CMA lorsqu'elles sont associées à un diagnostic principal donné (principalement lorsque celui-ci implique la présence de cette affection).

D'autres facteurs rentrent en compte : l'âge (les extrêmes augmentent le niveau de sévérité) et la durée du séjour (sévérité de niveau 2 : au moins 3 jours, de niveau 3 :

4 jours, ...). Si le décès du patient survient pendant l'hospitalisation, un niveau de sévérité spécifique est ajouté au GHM racine.

A la place de la sévérité du séjour sont également indiqués à ce niveau de codification, les très courts séjours médicaux et les séjours de chirurgie ou technique interventionnelle ambulatoires.

Enfin certains GHM racines ne sont pas concernés par les niveaux de sévérité et sont ainsi identifiés comme non segmentés.

*Tableau 4 : Niveaux de sévérité d'un GHM racine*

<b>Caractère</b>	<b>Signification</b>
1	Niveau de sévérité 1
2	Niveau de sévérité 2
3	Niveau de sévérité 3
4	Niveau de sévérité 4
J	Chirurgie ou technique interventionnelle ambulatoire
T	Médecine de très courte durée
E	Décès
Z	Non segmenté

### 3.2.3.2. Exemple d'un GHM

LE GHM « 05K191 » correspond à l'intitulé « Traitement majeur du trouble du rythme par voie vasculaire, niveau 1 ». Voici sa décomposition selon le principe de classification des GHM : (Figure 30)

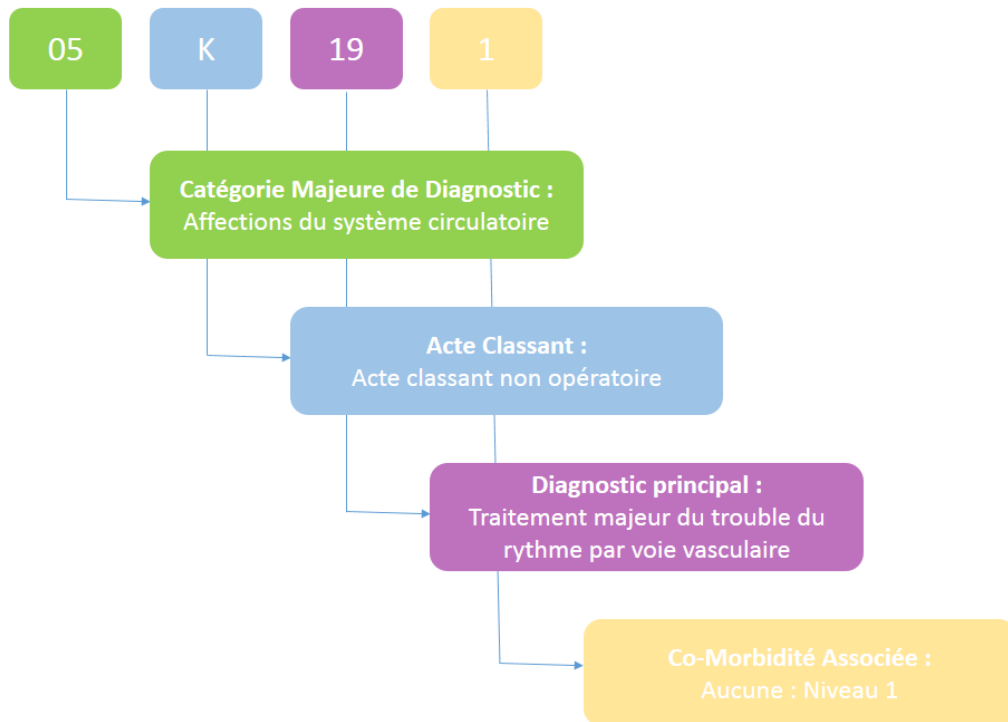


Figure 30 : Décomposition du GHM 05K191 selon la classification des GHM

### 3.2.4. Parcours des informations liées à un séjour

En résumé, entre leur codage par le clinicien et leur transfert à l'extérieur de l'établissement de santé, les données du séjour d'un patient subissent un processus automatisé pour être exploitable et anonyme (Figure 31). Ce processus se fait sous le contrôle du médecin responsable du Département d'Information Médicale (DIM ou SIM) de l'établissement.



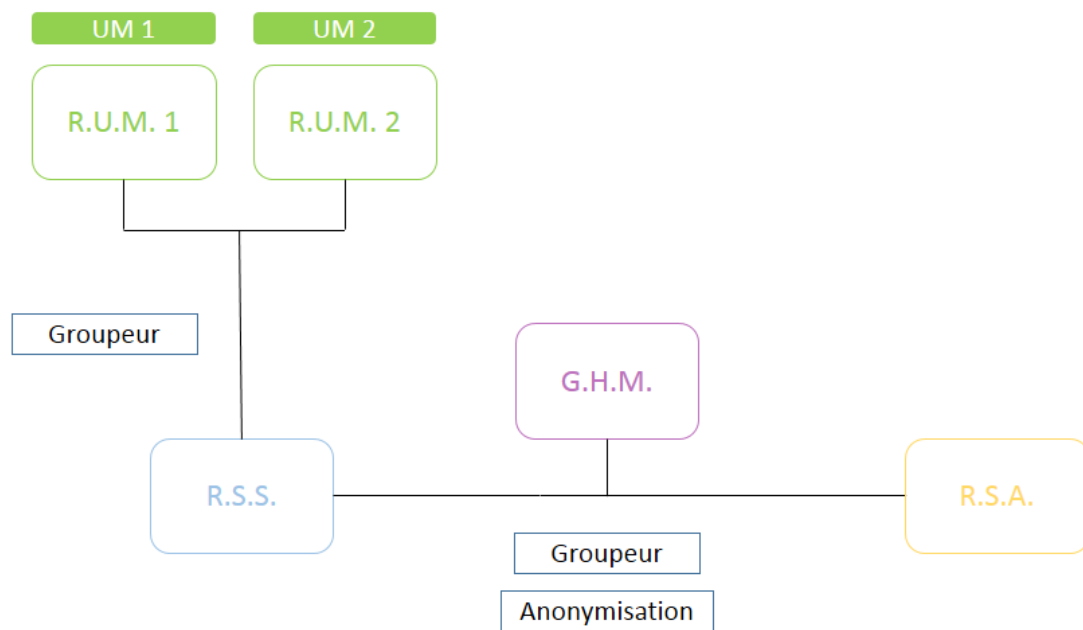


Figure 31 : Traitement des données d'un séjour du codage à l'externalisation

### 3.2.5. Limites du PMSI court séjour

Comme tout système, le PMSI possède des inconvénients. Le PMSI court séjour, présenté ici, a été le premier à être mis en place. S'il convient à la description de séjours relevant de la médecine aigue pour lesquels les couts sont bien déterminés par le diagnostic et la stratégie de soins adoptée, il s'applique plus difficilement aux soins médicaux plus génériques. C'est pour cela que d'autres PMSI ont été ou sont en train d'être développés.

Pour être parfaitement efficace, le PMSI nécessite un codage exhaustif et exact. Si on se rapproche de plus en plus de la première condition depuis la mise en place de la T2A, la seconde peut parfois être remise en question. Effectué par le clinicien au CHU de Nantes, il s'agit d'une activité chronophage et nécessitant une bonne connaissance du sujet et l'intérêt du praticien. Certaines structures laissent cette fonction à des techniciens dédiés à celle-ci dans l'objectif de limiter le retard de codage des épisodes et d'en améliorer l'exhaustivité et l'exactitude.

### **3.3. Le référentiel national des coûts : du coût d'un séjour à son tarif**

#### **3.3.1 Les Etudes Nationales de Coûts**

Les études nationales de coûts (ENC) sont des enquêtes menées par l'Agence Technique de l'Information Hospitalière (ATIH) dans les établissements de santé publics et privés, sur les champs de la médecine chirurgie obstétrique (MCO), des soins de suite et de réadaptation (SSR) et de l'hospitalisation à domicile (HAD). L'ATIH est une structure dont les missions sont de recueillir, analyser, restituer et diffuser l'information hospitalière et donc les données du PMSI.

##### 3.3.1.1. Objectifs des ENC

Les ENC ont deux objectifs liés, l'un découlant de l'autre : tout d'abord une observation et un calcul des coûts moyens de prise en charge des GHM puis la production d'un référentiel des coûts pour chacun de ces GHM

##### 3.3.1.2. Champ d'action des ENC

L'ATIH organise une ENC à méthodologie commune (ENCC) à fréquence annuelle. Y participent des établissements hospitaliers volontaires de toutes tailles et de tous statuts. Ceux-ci sont rémunérés pour cette activité.

##### 3.3.1.3. Méthodologie des ENC

Le principe de ces ENC à méthodologie commune est basé sur les méthodes de comptabilité analytique permettant de découper les différentes activités englobant un séjour pour identifier l'intégralité des coûts hospitaliers et permettre d'évaluer un coût moyen sur un même GHM.

Ces coûts sont ainsi séparés en six grandes sections analytiques qui seront traitées différemment. A ces sections s'ajoutent des rubriques spécifiques telles que la redevance de praticiens libéraux et les activités subsidiaires (rétrocession, ...).

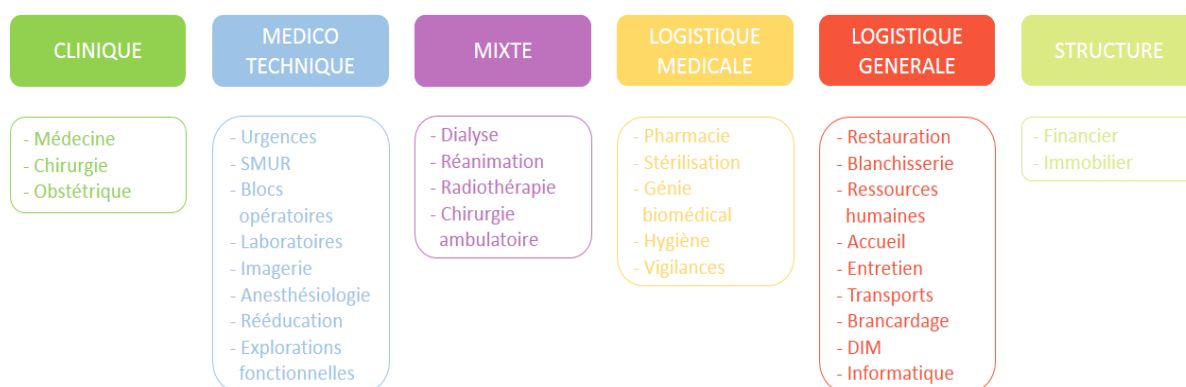


Figure 32 : Différentes sections analytiques d'un séjour selon l'ENCC

### 3.3.2. Les Groupes Homogènes de Séjours

La finalité des ENC est ainsi de déterminer des groupes homogènes de séjour (GHS) correspondant aux différents GHM. Ce sont en fait les tarifs opposables des séjours appartenant au GHM associé.

Un GHS est donc un tarif brut auquel sont annexés une borne basse, une borne haute et un forfait journalier. Lorsque la durée du séjour est inférieure à la borne basse, le tarif est minoré du forfait journalier par nombre de jours en moins. Inversement lorsque la durée est supérieure à la borne haute, le tarif est majoré de la même façon.

Le référentiel regroupant la totalité des GHS est publié chaque année dans le Journal Officiel via un arrêté. (66)

### 3.3.3. Limites des ENC

#### 3.3.3.1. Ventilation du coût du personnel

Le coût du personnel lors du séjour est ventilé de la même façon (30 à 40%) peu importe l'unité médicale ou le séjour. Le risque est de créer un nivelage susceptible de baisser artificiellement les coûts des séjours où les soins sont plus lourds. C'est pour cela que certaines unités médicales bénéficient de financements supplémentaires.

#### 3.3.3.2. Différences entre établissements de statuts différents

Le coût du personnel peut ici aussi être pris en exemple en raison de la différence entre les établissements publics et ceux à but lucratif. Pour les premiers ce coût se répercute à chaque secteur analysé (service de soin, laboratoire, imagerie,...) alors que

pour les seconds, il s'agit d'une dépense globalisée. Or, la sous-traitance est plus développée dans les EHBL, ce qui donne des écarts assez importants lors du recueil de données. (67)

#### 3.3.3.3. Représentativité

Certaines affections et pathologies sont rares et ne sont prises en charge que par certains centres de référence (ex : grands brûlés) et ne peuvent pas être appréciées avec un échantillonnage suffisant via les ENC. Ceci a pour conséquence de risquer une mauvaise évaluation du tarif de leurs prises en charge. De même malgré le nombre importants d'établissements participants, il n'est pas rare de voir un échantillonnage assez faible de séjour sur certains GHM, notamment ceux avec un degré de sévérité élevé. A titre d'exemple en 2009, 800 GHS pour les EPS et 1600 GHS pour les EHBL étaient évalués avec un nombre de séjours inférieur à 50. (67)

#### **3.3.4. Historique de la rythmologie interventionnelle dans la T2A**

La place de la rythmologie interventionnelle dans la T2A a été dépendante de l'évolution de la classification des GHM. A la mise en place de celle-ci en 2004, la version 9 du manuel de classification ne disposait pas de GHM spécifiques à l'activité. Il a fallu attendre l'année suivante pour voir la création au sein de la dixième version des GHM racines 05K10 « *Actes diagnostiques par voie vasculaire sans pathologie cardiovasculaire sévère* » et 05K11 « *Traitements des troubles du rythme par voie vasculaire* », isolant les actes de rythmologie interventionnelle des autres actes nécessitant un cathétérisme cardiaque. En 2010, la version 11 de la classification a supprimé le GHM racine 05K11 et l'a divisé en deux nouveaux encore en vigueur aujourd'hui : 05K19 « *Traitements majeurs de troubles du rythme par voie vasculaire* » et 05K20 « *Autres traitements de troubles du rythme par voie vasculaire* ».

- GHM racines actuels :
- 05K19 « *Traitements majeurs de troubles du rythme par voie vasculaire* » :

Pour pouvoir être rattaché à ce GHM racine, un épisode doit comporter un des 5 actes suivants : (Figure 33)

Liste A-321 : Traitements majeurs de troubles du rythme par voie vasculaire (non opératoires)

DENF014/0	DESTRUC 1 FOYER ARYTHM ATRIAL+CRT RFRQ, CATHE VEIN+V.TSEPT	DEPF014/0	IRPT CPLT CRC ARYTHM DH ISTH CAVOTRIC+CRT RFRQ, CATHE VEIN+V.TSEPT
DENF018/0	DESTRUCT PLUS. FOYER ARYTHM ATRIAL+CRT RFRQ, CATHE VEIN+V.TSEPT	DEPF033/0	IRPT CPLT CRC ARYTHM NIV OST V PULM +CRT RFRQ, CATHE VEIN+V.TSEPT
DENF035/0	DESTRUC PLUS. FOYER/IRPT PLUS. CRC ARYTHM VENTRIC+CRT RFRQ, CATHE VEIN		

Figure 33 : Actes classant dans le GHM racine 05K19 (61)

Ces actes permettent de distinguer trois types majeurs de procédures :

- l'ablation focale d'un ou plusieurs foyers de tachycardie auriculaire en cas de cathétérisme transeptal ou plusieurs foyers de tachycardie ventriculaire (DENF014, DENF018, DENF035)
- L'isolation des veines pulmonaires dans la FA (DEPF033)
- L'interruption du circuit arythmique d'un flutter en cas de cathétérisme transeptal (DEPF014)

- 05K20 « *Autres traitements de troubles du rythme par voie vasculaire* » :

On retrouve ici les autres actes interventionnels (Figure 34) :

- l'ablation focale d'un ou plusieurs foyers de tachycardie auriculaire sans cathétérisme transeptal ou un seul foyer de tachycardie ventriculaire (DENF015, DENF017, DENF021)
- L'interruption du circuit arythmique d'une tachycardie jonctionnelle (DEPF004 à 010)
- L'interruption du circuit arythmique d'un flutter sans cathétérisme transeptal (DEPF012 et DEPF025)

Liste A-322 : Autres traitements de troubles du rythme par voie vasculaire (non opératoires)

DENF015/0	DESTRUC 1 FOYER/IRPT CRC ARYTHM VENTRIC+CRT RFRQ, CATHE VEIN	DEPF010/0	IRPT VOIE LENTE/RAPIDE JCT A.V.+CRT RFRQ, CATHE VEIN
DENF017/0	DESTRUC 1 FOYER ARYTHM ATRIAL +CRT RFRQ, CATHE VEIN	DEPF012/0	IRPT CPLT CRC ARYTHM NIV ISTH CAVOTRIC+CRT RFRQ, CATHE VEIN
DENF021/0	DESTRUCT PLUS. FOYER ARYTHM ATRIAL +CRT RFRQ, CATHE VEIN	DEPF025/0	IRPT CPLT CRC ARYTHM DH ISTH CAVOTRIC+CRT RFRQ, CATHE VEIN
DEPF004/0	IRPT CPLT DE PLUS. V. ACCESS CDCT CARD+CRT RFRQ, CATHE VEIN	DERF003/0	STIMUL. TEMP. PR TSV
DEPF005/0	IRPT CPLT V. ACCESS CONDUCT CARD+CRT RFRQ, CATHE VEIN	DERF004/0	STIMUL. ÉLECTRIQUE TEMP. OREILLETTE +/- VENTR. PR TV V.VASC.TRANSCUT.
DEPF006/0	IRPT CPLT TISSU NODAL JCT A.V.+CRT RFRQ, CATHE VEIN		

Figure 34 : Actes classant dans le GHM 05K20 (61)

- 05K10 « Actes diagnostiques par voie vasculaire sans pathologie cardiovasculaire sévère » :

Le GHM 05K10 est hétérogène et non exclusif. Sont concernés les actes d'ECG intracavitaires avec les différents types de stimulation correspondants aux explorations électrophysiologiques (DEQF001 à 005). Ce GHM est situé en dernier dans l'arbre décisionnel de classification, pour être rattaché les épisodes concernés doivent ainsi être dépourvu de tout acte faisant partie des listes A-321 et A-322.

Liste A-211 : Actes diagnostiques par voie vasculaire de la CMD 05 (non opératoires)

DAH001/0	BIOPSIE ENDOCARDE +MYOCARDE VASC.TRANSCUT.	DFQH001/0	ARTÉRIO TR. +/- DES BRANCHES A.P V.V
DDQH006/0	ANGIO. PONTAGE CORONAIRE CATHÉ ART.	DFQH002/0	ARTÉRIO H.SÉLECT DES ART. PULM. V.V
DDQH009/0	CORO. SANS VENTR.GRAPH GCHE CATHÉ ART.	ECQH015/0	ARTÉRIO/H.SÉLECT ART. INTRATHOR. PARIÉTALE+/-VISC CATHÉ ART.
DDQH010/0	CORO. +VENTR.GRAPH GCHE +ARTÉRIO THOR. INT. CATHÉ ART.	ECQH016/0	ARTÉRIO SUP.SÉLECT ART. INTRATHOR. PARIÉTALE+/-VISC CATHÉ ART.
DDQH011/0	CORO. +ANGIO. 1PONTAGE CORONAIRE +VENTR.GRAPH GCHE CATHÉ ART.	EQQF001/0	ENREG. PRESS. COEUR DT A.P +COEUR GCHE V.V +CATHÉ ART/FORAMEN OVALE
DDQH012/0	CORO. +VENTR.GRAPH GCHE CATHÉ ART.	EQQF002/0	ENREG. PRESS. COEUR GCHE +AORT. CATHÉ ART.
DDQH013/0	CORO+ANGIO. PLUS. PONTAGES CORONAIRES SANS VENTR.GRAPH GCHE CATHÉ ART.	EQQF003/0	ENREG. PRESS. INTRAVASCULAIRES PULM+SYSTÉMIQ DPAO2AVT-APRÈS VASODILAT
DDQH014/0	CORO. +ANGIO. 1PONTAGE CORONAIRE SANS VENTR.GRAPH GCHE CATHÉ ART.	EQQF004/0	ENREG. PRESS. COEUR DT A.P +COEUR GCHE V.V +PERFO. SEPTUM I.A
DDQH015/0	CORO. +ANGIO. PLUS. PONTAGES CORONAIRES +VENTR.GRAPH GCHE CATHÉ ART.	EQQF006/0	ENREG. PRESS. COEUR DT +A.P V.V
DEQF001/0	ECG INTRACAV. +PROVOC TACHYCARDIE À ÉTAGE VENTR.	EQQH001/0	ENREG. PRESS. COEUR DT +A.P +INJ. PROD. CONTRASTE V.V
DEQF002/0	ECG INTRACAV. +PROVOC TACHYCARDIE À ÉTAGE ATRIAL +À ÉTAGE VENTR.	EQQH002/0	ENREG. PRESS. COEUR GCHE +AORT. +INJ. PROD. CONTRASTE CATHÉ ART.
DEQF003/0	ECG INTRACAV.	EQQH004/0	ENREG. PRESS. COEUR DT+A.P+COEUR GCHE+AONGIO V.V +PERFO. SEPTUM I.A
DEQF004/0	ECG INTRACAV. +PROVOC TACHYCARDIE À ÉTAGE ATRIAL	EQQH005/0	PRESS CAV.DT A.P+CAV.GCHE +PROD CONTRASTE V.V +CATHÉ ART/FOR.OV <2ANS
DEQF005/0	ECG INTRACAV SONDES DTE+GCHE VASC.TRANSCUT. +PROVOC TACHYCARDIE	EQQH006/0	PRESS CAV.DT A.P+CAV.GCHE +PROD CONTRASTE V.V +CATHÉ ART/FOR.OV >2ANS

Figure 35 : Actes classant dans le GHM racine 05K10 (61)

- Evolution des coûts :

Les ENC ont depuis dix ans ont permis d'obtenir une évaluation moyenne des coûts annuels. Les données complètes extraites de 2006 à 2012 se trouvent en Annexe 1. (68) La figure 36 se concentre sur les quatre GHM les plus fréquents de la période : 05K101, 05K111, 05K191, 05K201.



Figure 36 : Evolution des coûts des GHM 05K101, 05K111, 05K191 et 05K201 évalués par les ENC

L'élément le plus marquant est l'explosion des coûts des épisodes avec les actes les plus lourds, notamment la prise en charge de la FA (05K191). Le coût moyen de ce type d'épisode a augmenté de 100% depuis 2007. Il convient bien sûr de modérer ce résultat puisqu'avant 2009, ces épisodes n'étaient pas séparés des autres au sein du GHM 05K111, ce qui nous fait comparer deux échantillonnages différents et montre les limites du système.

- Comparaison des coûts privés et publics :

Les ENC permettent également de différencier les coûts moyens du secteur public (EPS et ESPIC) de ceux du secteur privé (EHL). Alors qu'à l'échelon national 42% des actes de rythmologie sont réalisés par les EHL (69), l'échantillonnage au sein des ENC : seulement 5% du nombre total contre 25% en moyenne pour les établissements publics.

Tableau 5 : Coût moyen (en €) d'un séjour en fonction du statut de l'établissement et du GHM

	05K101		05K191		05K201	
	EPS	EHL	EPS	EHL	EPS	EHL
<b>2009</b>	2036	2222	4943	NC	2905	2885
<b>2010</b>	2160	2080	7223	5754	2881	3110
<b>2011</b>	2160	2230	7540	5673	3002	2716
<b>2012</b>	2145	2149	6837	6286	2905	2922

S'il n'est pas observé de différence pour les GHM 05K101 et 05K201, la différence entre les coûts moyens des épisodes du GHM 05K191 dépasse les 10%.

- Evolution des Groupes Homogènes de Séjours :

Les GHS ont connu une évolution anticipée par rapport aux GHM de rythmologie interventionnelle associés. En effet dès 2006, un épisode groupé au sein du GHM 05K111 pouvait être tarifé au sein de deux GHS différents (1689 et 1690) en fonction des actes codés au sein de celui-ci. Cette différenciation a été officialisée lors de la création des GHM racine 05K19 et 05K20 et des GHS 1817 à 1820 et 1821 à 1824.

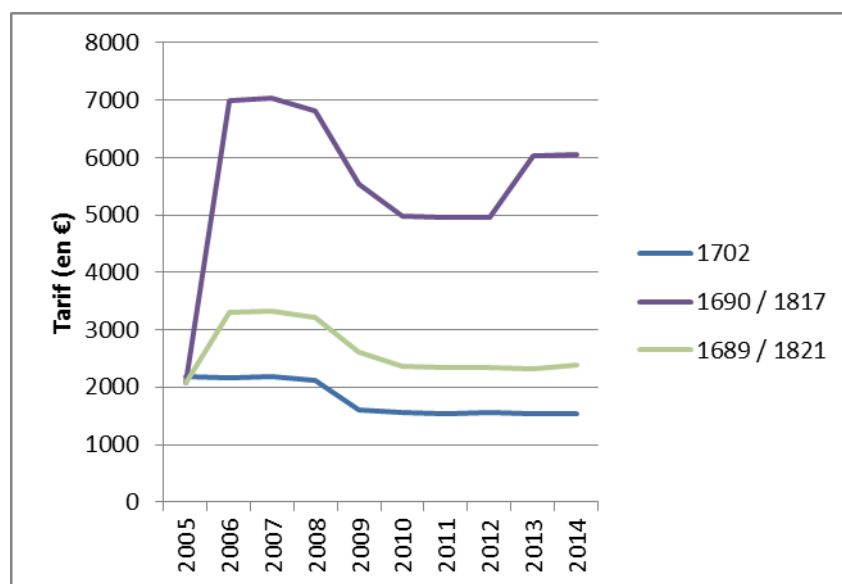


Figure 37 : Evolution de la tarification des GHS majoritaires en rythmologie interventionnelle pour les EPS et les ESPIC selon l'ATIH

La figure 37 présente l'évolution de la tarification des GHS correspondants aux 3 GHM principaux tandis que dans le tableau 6, ces tarifications sont comparées aux coûts extraits des ENC des années correspondantes. On peut ainsi constater l'importante différence entre coût et tarif du GHM 05K191.



Tableau 6 : Comparaison entre coût moyen et tarification du GHS associé par GHM et année

Année	GHS	Coût moyen (en €)	Tarif GHS (en €)
2009	05K101	2036	1611
	05K191	4943	5548
	05K201	2905	2615
2010	05K101	2160	1556
	05K191	7223	4990
	05K201	2881	2353
2011	05K101	2160	1546
	05K191	7540	4960
	05K201	3002	2338
2012	05K101	2145	1549
	05K191	6837	4968
	05K201	2905	2342

Il est néanmoins important de rappeler que le tarif du GHS peut ne pas correspondre à la recette totale reçue par l'établissement de santé. Celle-ci peut être majorée par d'éventuels suppléments reçus, notamment ceux de soins intensifs (SI). En 2012 ce supplément se chiffrait à 345,86€ par jour d'hospitalisation concerné. Avec une durée moyenne de séjour oscillant autour de 4 jours, ces suppléments ne permettent pourtant pas d'expliquer le delta entre coûts et revenus.

- *Part des dispositifs médicaux :*

Il est également possible de regarder l'évolution du coût des charges directes liées aux dispositifs médicaux. Si on se concentre sur les 4 années d'ENC qui concerne le GHM 05K191, l'épisode qui regroupe le plus grand nombre d'évolutions au regard de la prise en charge interventionnelle, on peut observer une augmentation progressive et continue du coût moyen lié à ces DM mais aussi de leur part dans le coût total.

Tableau 7 : Coût moyen des DM pour le GHM 05K191

Année	Coût moyen lié aux DM (en €)	Part dans le coût total
<b>2009</b>	1410	28,53%
<b>2010</b>	2264	31,34%
<b>2011</b>	2574	34,14%
<b>2012</b>	2542	37,00%

### **3.4. Financements en sus des Groupes Homogènes de Séjours**

#### **3.4.1 Activités Cliniques**

Certaines activités facultatives pour un certain nombre d'établissements (principalement les établissements hospitaliers à but lucratif ou les structures de petite taille) mais indispensables dans le cadre d'une politique de soins globale, ne peuvent pas totalement être reflétées par ce type de système. Pour maintenir ces activités, certaines modulations sont applicables aux GHS concernés.

Le bon fonctionnement de certaines unités médicales, où la lourdeur des pathologies traitées et la spécialisation de la prise en charge associée, a justifié la mise en place de suppléments à la tarification de ces séjours : réanimation, soins intensifs, néonatalogie. Les activités qui nécessitent d'être accessibles en continu, fonctionnent également grâce à des forfaits annuels :

- Forfait annuel Urgences : évalué en fonction de l'activité des années précédentes et auquel est ajoutée une tarification au passage à prix unique national : l'ATU (Accueil et Traitement des Urgences).
- Forfait coordination des prélèvements d'organes : avec différents niveaux en fonction de l'activité.
- Forfait annuel greffe : avec différents niveaux en fonction des différents types de greffes pratiquées dans l'établissement.

#### **3.4.2. Médicaments et dispositifs médicaux innovants et onéreux**

Le financement des produits de santé tels que les spécialités pharmaceutiques et les dispositifs médicaux relève de deux processus, certains font partie intégrante du GHS. Pour d'autres, le surcoût induit par leur utilisation a motivé la création de listes à mises à jour fréquentes (pour coller avec l'innovation) qui permettent leur facturation hors du système de la T2A. Ces listes concernent des produits onéreux qui doivent également être susceptibles de créer une hétérogénéité trop importante entre les séjours d'un même GHM.

- Cas des spécialités pharmaceutiques :

Une liste fixée par arrêté définit les spécialités dont le remboursement sera effectif en sus du tarif GHS du patient concerné. (70) La condition majoritaire de ce remboursement est le respect des indications retenues dans l'autorisation de mise sur le

marché (AMM) ou celles décrites dans un protocole thérapeutique temporaire (PTT) validé par la structure de tutelle : l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament (ANSM).

Les établissements de santé sont régulièrement soumis à des contrôles de l'Assurance Maladie vérifiant le respect de ces indications pouvant entraîner des sanctions financières.

- Cas des dispositifs médicaux :

De même manière, une liste des produits et prestations remboursables (LPPR) en sus d'un GHS a été fixée et est régulièrement mise à jour. (70) L'inscription à cette liste se fait à l'initiative du fournisseur et est de deux formes possibles :

- L'inscription sous dénomination générique fixant un tarif unique pour un ensemble de dispositifs similaires répondant à un cahier des charges
- L'inscription sous nom de marque : si non-existence d'une dénomination générique correspondante. La demande d'inscription sous nom de marque est réservée aux produits ou prestations à caractère innovant et est soumise à l'avis de la Commission Nationale d'Evaluation des Dispositifs Médicaux et des Technologies de Santé (CNEDIMTS) qui est acceptée au regard de l'amélioration du service attendu. Si la demande est acceptée, le fournisseur a le droit de demander un tarif de remboursement particulier d'une durée maximale de cinq ans.

### **3.5. Analyses médico-économiques en santé**

L'un des principaux objectifs du monde de la santé est actuellement la maîtrise des dépenses. L'évaluation des stratégies médicales constitue un outil indispensable pour assurer cet objectif et l'utilisation efficiente des ressources dont disposent les établissements de santé.

La démarche de ces analyses est d'habitude comparative et se construit dans l'opposition de plusieurs stratégies thérapeutiques, souvent entre une méthode de référence et une ou plusieurs techniques innovantes ou simplement alternatives. Le résultat recherché est la détermination d'une stratégie la plus efficiente cliniquement et financièrement. (71)

### **3.5.1. Les différents types d'études médico-économiques**

- Analyse de minimisation de coût (AMC) :

L'analyse de minimisation des coûts ne peut être appliquée que si les différentes stratégies étudiées sont d'efficacité équivalente. Ce type d'analyse implique donc une connaissance de celles-ci et recherche alors l'option entraînant le moindre coût optimisant ainsi l'utilisation des moyens financiers alloués.

- 3.5.1.2. Analyse coût-efficacité (ACE) :

L'analyse coût-efficacité étudie à la fois les coûts engendrés et les effets cliniques des stratégies étudiées selon un ou plusieurs critères de jugement d'efficacité. La stratégie retenue ne sera pas la moins onéreuse, mais celle qui offrira le meilleur rapport entre le coût et l'efficacité. La pertinence du critère d'efficacité est alors primordiale et doit être susceptible de justifier le surcoût éventuel engendré.

- Analyse coût-utilité (ACU) :

L'analyse coût-utilité mesure les résultats des stratégies par son utilité. L'utilité est définie comme étant la préférence du patient et/ou du clinicien par rapport au résultat obtenu. Elle prend en compte la qualité de vie du patient, exprimée de manière générale en QALYs (Quality Adjusted Life Years) ou « années de vies pondérées par la qualité ». Les résultats s'expriment ainsi en année de vie en bonne santé ou en coût par QALY gagnées.

- Analyse coût-bénéfice (ACB) :

L'analyse coût-bénéfice se résume à l'étude des paramètres pouvant être chiffrés monétairement.

### **3.5.2. Les différents coûts utilisés**

On distingue plusieurs types de coûts : les coûts directs, les coûts indirects et les coûts intangibles. (72)

- Coûts directs médicaux :

Les coûts directs médicaux se définissent comme tous les coûts engendrés par le passage du patient au sein du système de soins que ce soit un séjour hospitalier ou dans une autre structure de soins, les services fournis par les médecins, les médicaments

prescrits, les tests de diagnostics et fournitures utilisées, les frais de transport et services auxiliaires.

- Coûts directs non médicaux :

Les coûts directs non médicaux regroupent tous les frais non médicaux engendrés par la prise en charge du patient dont les soins à domicile non médicaux (aide à domicile, ...), soins non professionnels prodigués par les cercles familiaux et amicaux, aménagement du logement, aide à la mobilité, nouvelle formation professionnelle et autres ressources.

- Coûts indirects :

Les coûts indirects sont les coûts se répercutant sur l'activité professionnelle du patient, à court ou long terme : arrêt de travail, réduction du temps de travail, réorientation ou apparition d'une incapacité fonctionnelle.

- Coûts intangibles :

Les coûts intangibles sont essentiellement définis par des critères relatifs à la qualité de vie du patient et de son entourage. Ils ne sont pas à inclure dans les coûts mais rentrent en compte lors de réalisation d'études cout-bénéfice intégrant cette notion.

### **3.5.3. Evaluation des coûts directs médicaux**

- Le « micro-costing » :

Le micro-costing est une méthode ayant pour objectif de déterminer précisément les coûts réels imputables aux différentes stratégies étudiées. Elle se base sur un relevé analytique de toutes les ressources consommées pour chaque patient lors de son séjour, comme le temps d'occupation de la salle, les temps médicaux et infirmiers, le matériel utilisé, les examens de laboratoire, l'imagerie, ...

- Méthode de l'ENC réajustée :

La méthode de l'ENC réajustée est basée sur l'utilisation des données de de l'ENC. Elle permet de s'affranchir d'une partie des dépenses considérées comme fixes, qui ne font pas partie de l'étude ou non valorisable en reprenant leurs valeurs estimées par l'ENC. Elle permet ainsi de se focaliser sur les coûts variables différenciant les groupes d'actes étudiés.

- Méthode basée sur l'utilisation des Groupes Homogènes de Séjours :

Cette méthode correspond à des études du point de vue de la sécurité sociale. Elle se base uniquement sur les tarifs de remboursement et ne tient pas compte des coûts réels d'hospitalisation des établissements de santé.

#### **3.5.4. Etudes médico-économiques sur la rythmologie interventionnelle**

De par son épidémiologie défavorable et les coûts induits par sa prise en charge (hospitalisations suite aux épisodes paroxystiques ou complications thromboembolique, surveillance), la FA est sujette à de nombreuses études médico-économiques, que ce soit sur son impact général sur les systèmes santé et sur celui de nouvelles alternatives, cryoablation ou anticoagulants oraux directs.

- Méthodes utilisées :

Trois méthodes d'évaluation de coûts en rythmologie sont identifiables :

- l'utilisation des bases de données nationales (tels le *Nationwide Inpatient Sample* aux Etats-Unis ou celles issues du *Canadian Institute for Health Information* au Canada) qui recueillent les données médicales et économiques mais aussi les données d'assurances médicales (par exemple *Medicare* aux Etats-Unis). Cette technique équivaut à nos ENC.
- l'agrégation de ces mêmes données avec des données mesurables recueillies sur un ou plusieurs sites, technique s'apparentant à une méthode de l'ENC modifiée.
- L'utilisation exclusive de données locales, les unités d'œuvres non mesurables directement étant déterminées via des indices de coût relatifs (ICR) de l'activité globale de cardiologie du ou des établissements.

- Etudes en France :

Une seule étude sur le coût des séjours de rythmologie interventionnelle a été effectuée en France sur ce sujet. Le travail de Morlet et al. en 2012 (73) s'est intéressé à la rentabilité des épisodes de primo-ablation d'une FA au sein du CHU de Bordeaux indique un coût moyen de ce type de séjours de 7642,07 €, la part moyenne lié aux DM

étant de 3774,08 € soit 49,3 % du coût total. La rentabilité moyenne après confrontation avec leurs recettes a été estimée à - 743 € par épisode.

- Coûts moyens d'un séjour d'ablation d'une FA par radiofréquence dans le monde

Les analyses coût-utilités comparant la prise en charge interventionnelle de la FA et la prise en charge médicamenteuse sont les plus nombreuses. Dans certaines d'entre elles est indiqué le coût moyen lié à l'hospitalisation. La figure 38 replace chacune de ces données selon l'année et le pays.

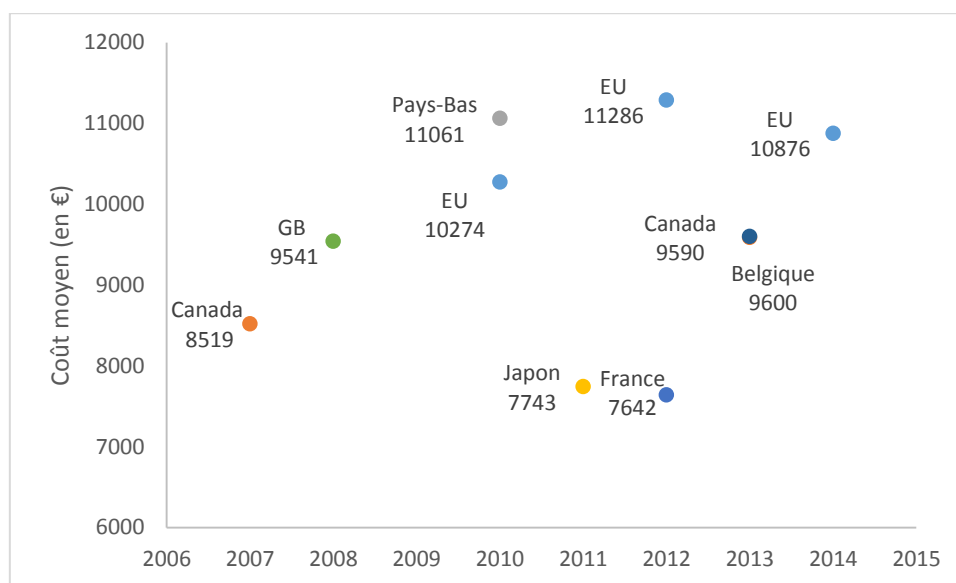


Figure 38 : Coûts moyens de séjour pour une ablation de FA par année et par pays (73–82)

- Coûts des dispositifs médicaux dans l'ablation de la FA :

L'étude des ENC confirme que le coût des DM utilisés a une part de plus en plus prépondérante dans le coût total du séjour en France. Ce résultat peut être comparé à des travaux publiés. En 2013, Winkle et al (83) ont détaillé les prix moyens des dispositifs utilisés selon la technique d'ablation aux Etats-Unis. Leur fourchette est située entre 2942 à 9224 €, avec un coût moyen de 4991 € (6637 \$) dans leur établissement. Ramené au taux de remboursement du système Medicare en 2014 de 7778 € (10338 \$), cela donne une part de 64% du prix de remboursement. Un autre exemple nous est donné par Noro et al qui effectuent ce travail en 2011 au Japon (78), la part des DM représente entre 2687€ et 8057 € par procédure (368950 à 1106475 ¥).

## **4. Etude médico-économique**

### **4.1. Objectifs de l'étude**

La T2A a été développée pour faire correspondre les coûts engendrés par une activité médicale avec le tarif alloué en conséquence. L'objectif principal de ce travail est d'évaluer les coûts des différents séjours de patients concernés par l'activité de rythmologie interventionnelle et de les comparer avec la valorisation de ceux-ci par les ENC et les recettes réelles du CHU.

Ce travail comparera les résultats en fonction des différents GHM et indications concernés afin d'identifier les facteurs pouvant influencer sur ces coûts et la rentabilité de ces sous-groupes. Enfin l'impact de dispositifs médicaux utilisés sera détaillé.

### **4.2. Matériels et population**

#### **4.2.1. Population de patients**

Cette étude prospective a été menée au CHU de Nantes en collaboration avec le service de Cardiologie et le Service d'Information Médicale (SIM). La période d'inclusion des patients s'étend du 17 février au 17 mai 2014.

##### **4.2.1.1. Critères d'inclusion**

La population correspond à l'ensemble des patients pour lequel un acte de rythmologie interventionnelle a été effectué au sein d'une des salles medicotechniques d'électrophysiologie du CHU de Nantes au cours de la période d'inclusion. Il s'agit de patients tout-venants, hommes, femmes sans limite d'âge et quelle que soit l'indication retenue.

##### **4.2.1.2. Sous-populations liées au GHM racine**

Nous avons défini trois groupes de patients en fonction du GHM racine auquel le séjour concerné a été rattaché : 05K10, 05K19 et 05K20. Ces informations nous ont été fournies par le Service d'Information Médicale (SIM) du CHU de Nantes.

##### **4.2.1.3. Sous-populations liées à l'indication**

Nous avons défini cinq groupes de patients en fonction de l'indication principale :

- Exploration électrophysiologique (EEP)
- Fibrillation auriculaire (FA)



- Flutter (F)
- Tachycardie jonctionnelle (TJ)
- Trouble du rythme ventriculaire (TRV)

L'inclusion dans chaque sous-population a été effectuée en fonction des actes codés durant l'épisode (Annexe 2). Au cas où deux actes différents étaient codés, l'inclusion a été effectuée selon l'indication principale mentionnée dans le compte-rendu d'hospitalisation.

#### 4.2.1.4. Cas particulier de la Fibrillation auriculaire

Pour chaque procédure de FA ont été recueillis via le compte-rendu d'hospitalisation et l'identification des dispositifs médicaux utilisés, le type de procédure (ablation par radiofréquence ou cryoablation), le type de FA (paroxystique ou persistante), l'existence d'une intervention précédente et les DM utilisés.

### **4.2.2. Données cliniques et épidémiologiques**

Les données cliniques et épidémiologiques suivantes ont été obtenues à partir du logiciel Clinicom ® (Siemens).

- Sexe
- Age
- Durée du séjour
- Spécialités pharmaceutiques prescrites et administrées
- Type d'admission
- Type de procédure (dans le cas de la FA)

### **4.2.3. Données opératoires**

Les données opératoires suivantes ont été obtenues à partir du logiciel Q-Care ® (ATX Software) :

- Temps d'occupation de la salle
- Temps chirurgical
- Nombre d'opérateurs total

### **4.2.4. Mesure des coûts**

La méthode retenue est la méthode de l'ENC réajustée consistant à associer aux coûts mesurables et mesurés au cours de l'étude aux autres coûts qui correspondent aux

coûts moyens nationaux calculés dans l'ENC. L'estimation de ceux-ci a été obtenue à l'aide du référentiel 2012 de l'ENC, dernière version publiée lors de la période de l'étude.

Pour chaque épisode, le coût d'hospitalisation a été décomposé en coûts fixes, en coûts fixes ventilés à la journée d'hospitalisation et en coûts variables.

#### 4.2.4.1. Coûts fixes ventilés

Les coûts fixes ventilés correspondent aux unités d'œuvres cliniques, logistiques et structurels de l'ENC. Pour chaque GHM a été calculé le total de ces trois unités d'œuvre appelé coût fixe ventilable. La ventilation se fait en multipliant ce coût par un ratio entre la durée réelle de séjour de cet épisode ( $DMS_{\text{épisode}}$ ) et la durée moyenne calculée par l'ENC ( $DMS_{\text{ENC}}$ ).

$$\text{Coût fixe ventilé} = \text{coût fixe ventilable} \times (DMS_{\text{épisode}}/DMS_{\text{ENC}})$$

Ce calcul nous permet d'indexer les durées réelles de séjour aux coûts moyens obtenus par l'ENC

#### 4.2.4.2. Coûts fixes non ventilables

Les coûts associés à l'unité d'œuvre médicotechnique correspondent à l'acte interventionnel en lui-même. Pour les GHM étudiés celui-ci est unique, les coûts ne peuvent pas être ramenée au jour d'hospitalisation et n'ont donc pas été ventilés.

Nous avons alors décomposé, ce coût fixe en plusieurs catégories : le coût des locaux, le coût du personnel et les coûts divers. Le total donne le coût fixe non ventilé de l'épisode.

#### 4.2.4.3. Coûts variables

Les coûts variables correspondent aux coûts directs mesurés par l'étude et sont substitués aux coûts obtenus dans l'ENC. Trois types de coûts variables ont été définis :

- Les dispositifs médicaux :

Les coûts retenus correspondent au prix TTC des DM. Les autres composants du coût total du DM : coûts de l'achat, du stockage et logistique font partie d'unités d'œuvre de l'ENC incluses dans le coût fixe ventilable.

Pour chaque procédure, les dispositifs médicaux ayant un impact économique utilisés ont été identifiés à l'aide du logiciel Cardioport® (CVX Medical). La liste de ces dispositifs médicaux est présentée dans l'Annexe 3. Le coût total relatif à ces dispositifs médicaux est ensuite calculé et est utilisé comme coût variable lié aux dispositifs médicaux. Les dispositifs ayant dysfonctionné durant l'utilisation et fait l'objet d'une

déclaration de matériovigilance menant à un avoir ou un échange n'ont pas été tenu en compte car non représentatif de l'utilisation recherchée. Ces données ont été récupérées grâce au logiciel dédié Normea ® (Isiware).

- Les spécialités pharmaceutiques :

Dans ces pathologies, les spécialités pharmaceutiques consommées durant l'hospitalisation ont un impact moins important que les DM sur le coût total. Pour chaque GHM, un échantillonnage des coûts liés aux spécialités pharmaceutiques de 10 épisodes aléatoires a été effectué. La moyenne des coûts de cet échantillonnage est alors utilisée comme la valeur du coût variable lié aux spécialités pharmaceutiques de l'épisode.

- Les coûts d'anesthésie :

Les ENC décrivent dans les différents GHM étudiés des coûts de personnel relatifs à l'anesthésie. Or dans la grande majorité des cas, une simple anesthésie locale est suffisante et ne nécessite pas l'intervention de personnel dédié à cette anesthésie. Pour chaque épisode a donc été recueilli dans le compte-rendu d'hospitalisation, le type d'anesthésie pratiqué au cours de l'acte. En cas d'anesthésie générale, le coût associé dans l'ENC a été conservé, dans le cas d'une anesthésie locale, celui-ci a été considéré comme nul.

#### 4.2.4.4. Coût total d'hospitalisation

Le coût total d'hospitalisation peut alors être décomposé comme ceci :

$$\underline{\text{Coût d'hospitalisation} = \text{Coût fixe ventilé} + \text{Coût fixe non ventilé} + \sum \text{Coûts variables}}$$

#### 4.2.4.5. Rentabilités

- Rentabilité d'un épisode

La rentabilité d'un épisode a été calculée à partir des recettes totales fournies par le SIM. Celles-ci correspondent au tarif du GHS majoré ou non par les suppléments journaliers en cas de passage en soins intensifs. La rentabilité a été obtenue via le calcul suivant :

$$\underline{\text{Rentabilité} = \text{Recette Totale} - \text{Coût d'hospitalisation}}$$

- Rentabilité totale

La rentabilité totale correspond à la somme des rentabilités de chaque épisode retenu.

#### 4.2.5. Impacts des différents facteurs reliés à un épisode

L'impact des différents facteurs pouvant influencer sur le coût d'un épisode a été ensuite évalué via une analyse de sensibilité. La durée de séjour, la sévérité de l'épisode, la supplémentation et les coûts variables ont été ainsi étudiés.

#### 4.2.6. Analyses statistiques

Les résultats obtenus ont été analysés statistiquement en utilisant le logiciel XLSTAT (Addinsoft). Un t-test a été réalisé pour tester les différences significatives des moyennes de coûts obtenus vis-à-vis de la valeur de référence issue de l'ENC. Un  $p < 0,05$  a été considéré comme significatif.

### 4.3 Résultats

#### 4.3.1. Statistiques descriptives

Au total, 128 épisodes ont été étudiés, parmi eux seuls 126 ont été inclus dans l'étude. Les deux exclusions sont liées à la présence d'un séjour qui n'était pas terminé au moment de l'exploitation des données et à un défaut de recueil des dispositifs médicaux pour un second. L'âge moyen au sein de la population est de 56,6 ans  $\pm$  17,6 et le sex-ratio (H/F) est de 3,7.

Les données descriptives en fonction de l'indication et du GHM racine sont décrites dans les tableaux 8 et 9 :

Tableau 8 : Statistiques descriptives des sous-populations liées au GHM racine

	Total	05K10	05K19	05K20	Autres
<b>Nombre</b>	126	10	50	52	14
<b>Age (en années)</b>	56,6	56,9	55,8	57,6	55,1
<i>Ecart type</i>	17,6	17,9	14,1	20,3	19,6
<b>Sex ratio (H/F)</b>	3,7	4,0	6,3	1,5	2,5

Tableau 9 : Statistiques descriptives des sous-populations liées à l'indication

	Total	EPP	F	FA	TJ	TRV	Autres
<b>Nombre</b>	126	21	36	35	16	14	4
<b>Age (en années)</b>	56,6	49,7	66,9	59,5	43,1	48,2	62,3
<i>Ecart type</i>	17,6	16,9	12,7	12,1	21,8	19,7	7,6
<b>Sex ratio (H/F)</b>	3,7	2,0	3,8	6,0	0,4	2,0	1,0

### 4.3.2. Détermination des coûts variables

#### 4.3.2.1. Coûts variables liés aux dispositifs médicaux

Pour chaque épisode le coût total lié à l'utilisation de dispositifs médicaux est calculé. Dans la figure 39 est comparée la moyenne des coûts des quatre GHM dont l'effectif est égal ou supérieur à 10 avec le coût moyen de ces mêmes GHM selon l'ENC.

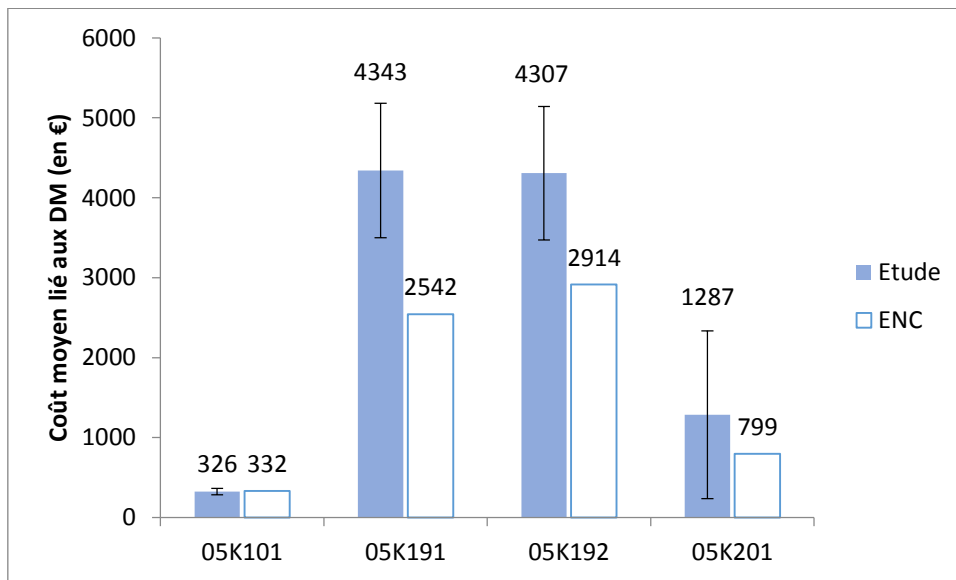


Figure 39 : Coûts moyens liés aux DM en fonction du GHM racine

Pour les GHM 05K191 et 05K201 la différence avec la valeur de référence issue de l'ENC est hautement significative à 5% ( $p < 0.0001$  et  $p = 0,0004$  respectivement).

Il est également possible d'évaluer l'impact des dépenses en DM sur le coût d'hospitalisation, calculé ultérieurement, et de le comparer aux données de l'ENC. Ces évaluations sont détaillées GHS par GHS au sein du tableau 10.

Tableau 10 : Part du coût des DM sur le coût total moyen d'un épisode en fonction du GHM

GHS	Nombre	Etude		ENC	
		Coût moyen (en €)	Part	Coût moyen (en €)	Part
09K101	8	326	12%	332	15%
09K191	36	4343	46%	2542	37%
09K192	10	4307	39%	2914	35%
09K193	4	4128	25%	2897	25%
09K201	47	1287	34%	799	28%
09K202	5	653	13%	1026	18%
09K203	2	658	6%	1199	13%

Au sein des sous-populations liées aux indications, nous ne possédons pas de valeur de référence, néanmoins la figure 40 décrit les coûts moyens associés.

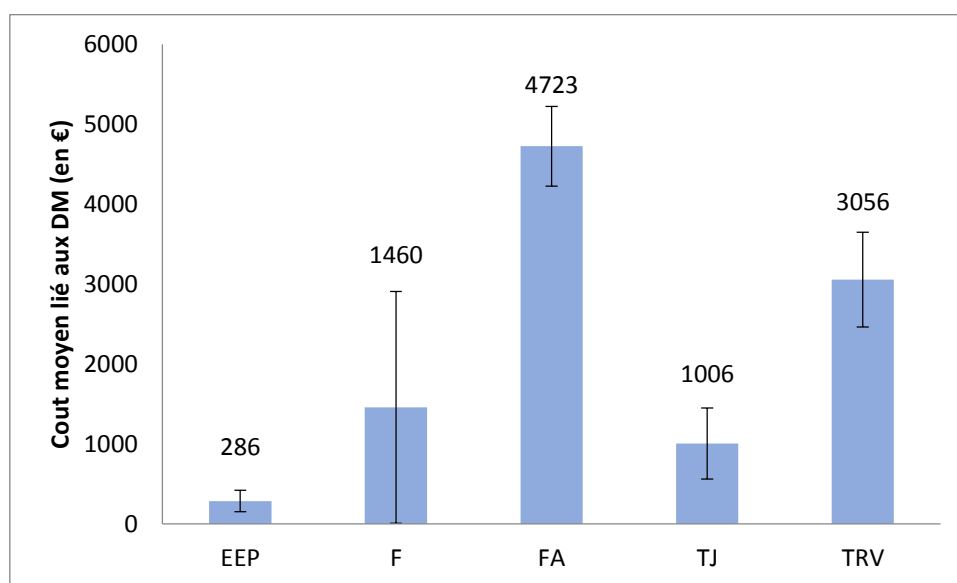


Figure 40 : Coûts moyens liés aux DM en fonction de l'indication

On peut constater qu'il existe une grande différence en termes de variabilité du coût des DM utilisés selon l'indication.

La grande variabilité du coût des DM au sein du groupe flutter, s'explique par la différence de prise en charge entre les flutters gauches nécessitant un abord transeptal et donc un rattachement à un GHM 05K19 et les flutters droits n'en nécessitant pas. La figure 41 sépare les deux indications :

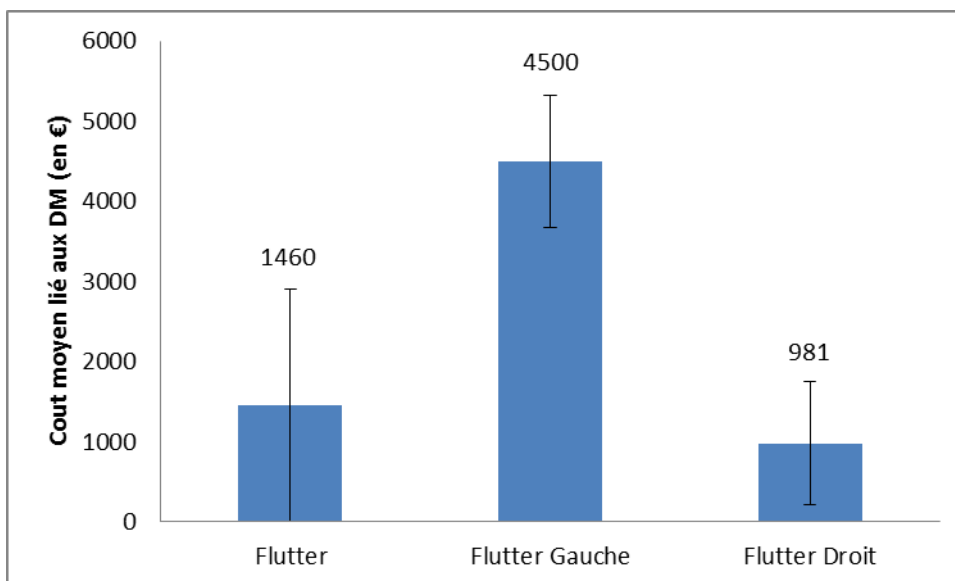


Figure 41 : Coûts moyens liés aux DM en fonction du type de flutter

#### 4.3.2.2. Coûts variables liés aux spécialités pharmaceutiques

L'échantillonnage effectué sur 10 patients de chaque GHM racine comprend les spécialités administrées au sein des unités médicales ainsi que celles administrées au cours de procédure pour induire l'anesthésie locale. Pour chacun d'entre eux la moyenne obtenue est inférieure aux valeurs de l'ENC.

Tableau 11 : Coûts moyens liés aux spécialités pharmaceutiques au sein des échantillons et de l'ENC

GHS	Moyenne de l'échantillon (en €)	Coût moyen de l'ENC (en €)
05K101	5,7	53
05K191	11,4	85
05K192		113
05K201	7,3	33
05K202		90

Pour les épisodes de sévérité 3, le coût variable lié aux spécialités pharmaceutiques a été calculé individuellement.

#### 4.3.2.3. Coûts variables liés à l'anesthésie

Sur les 126 procédures étudiées, seules 1,6% ont nécessité une présence médicale et paramédicale supplémentaire car effectuée sous anesthésie générale. Seuls

les deux épisodes concernés se voient donc concernés par l'ajout du coût correspondant à celui de leur GHM dans l'ENC.

#### 4.3.2.4. Impact des coûts variables sur le coût d'hospitalisation

Dans le tableau 12 est résumé l'impact moyen en € par rapport aux données de l'ENC des différents coûts variables sur les 112 épisodes rattachés à un GHM racine étudié.

Tableau 12 : Surcoûts moyens induits par les différents coûts variables par rapport à l'ENC

	DM	Spécialités pharmaceutiques	Anesthésie
<b>Surcoût (en €)</b>	+ 924,13	-33,64	-187,7

#### 4.3.3. Etude de la rentabilité totale

La confrontation des recettes reçues par l'établissement et du coût estimé par notre étude a permis de déterminer la rentabilité pour chaque épisode. Cela ne concerne que 112 épisodes car 14 ont été rattachés à un GHM non concerné par l'étude.

Tableau 13 : Coûts moyens et rentabilités moyennes et totales en fonction du GHM racine

GHM racine	Nombre	Coût d'hospitalisation moyen (en €)	Rentabilité moyenne (en €)	Rentabilité totale (en €)
05K10	10	2734	-678	-6781
05K19	50	8941	-455	-22750
05K20	52	3702	-312	-16237
<b>Total général</b>	<b>112</b>	<b>5954</b>	<b>-409</b>	<b>-45769</b>

Tableau 14 : Coûts moyens et rentabilités moyennes et totales en fonction de l'indication

Indication	Nombre	Coût d'hospitalisation moyen (en €)	Rentabilité moyenne (en €)	Rentabilité totale (en €)
EEP	21	1572	-369	-7744
F	36	4408	-173	-6227
FA	35	9235	-1099	-38477
TJ	16	2881	-220	-3518
TRV	14	6424	465	6508

La rentabilité totale pendant les trois mois est estimée à - 45769 €, tous les GHS moyens ont une rentabilité moyenne négative tandis que seul les troubles du rythme ventriculaire parmi les indications ont une rentabilité positive.



Les calculs détaillés des coûts d'hospitalisation des 126 épisodes inclus et de leurs rentabilités associées sont récapitulés au sein de l'annexe 4.

#### 4.3.4. Etude de la rentabilité des épisodes en fonction du GHM racine

##### 4.3.4.1. GHM racine 05K10

10 épisodes sont concernés, 8 dans le GHM 05K101, 1 dans les GHM 05K10J et 05K103. Les différents résultats sont dans le tableau 15. La rentabilité moyenne du GHM 05K101 est de -569 € et celle du GHM racine est de - 688 €.

Tableau 15 : Coûts moyens et rentabilités moyennes et totales estimés pour les épisodes rattachés au GHM racine 05K10

GHM	Nombre	DMS (en j)	Coût moyen lié aux DM (en €)	Part moyenne du coût lié au DM dans le coût d'hospitalisation	Coût moyen d'hospitalisation (en €)	Rentabilité moyenne (en €)	Rentabilité totale (en €)
05K101	8	2,9	326	15,67%	2193	-556	-4445
05K103	1	15,0	199	2,39%	8311	-2123	-2123
05K10J	1	1,0	288	19,41%	1483	-213	-213
<b>Total général</b>	<b>10</b>	<b>3,9</b>	<b>299</b>	<b>14,21%</b>	<b>2734</b>	<b>-678</b>	<b>-6781</b>

Les rentabilités moyennes et totales sont toutes négatives, respectivement -556 € et - 4445 € pour le GHM 05K101, le seul à ne pas être représenté par un seul épisode.

Si l'on compare les données estimées par l'étude pour ce GHM à celles de l'ENC, on constate que les différences sont non significatives à 5% que ce soit la DMS ( $p=0,59$ ), le coût moyen ( $p=0,62$ ) et le coût d'hospitalisation total ( $p=0,79$ ).

Tableau 16 : Coûts moyens estimés des épisodes rattachés au GHM 05K101 comparés aux coûts de l'ENC

	Etude	ENC
<b>DMS (en jours)</b>	2,9	2,6
<b>Coût moyen lié aux DM (en €)</b>	326	332
<b>Part moyenne du coût moyen lié aux DM</b>	15,67%	15,48%
<b>Coût moyen d'hospitalisation (en €)</b>	2193	2145

##### 4.3.4.2. GHM racine 05K19

50 épisodes sont concernés, 36 dans le GHM 05K191, 10 dans le GHM 05K192 et 4 dans le GHM 05K193. Leurs rentabilités moyennes sont respectivement de - 1580 €, 2426 € et 3482 €. Les résultats sont détaillés dans le Tableau 17.

Tableau 17 : Coûts moyens et rentabilités moyennes et totales estimés pour les épisodes rattachés au GHM racine 05K19

GHM	Nombre	DMS (en j)	Coût moyen lié aux DM (en €)	Part moyenne du coût lié au DM dans le coût d'hospitalisation	Coût moyen d'hospitalisation (en €)	Rentabilité moyenne (en €)	Rentabilité totale (en €)
05K191	37	3,9	4343	52,74%	8337	-1649	-61013
05K192	9	6,3	4307	46,67%	9310	2705	24342
05K193	4	13,8	4128	30,85%	13692	3480	13921
<b>Total général</b>	<b>50</b>	<b>5,1</b>	<b>4395</b>	<b>50,23%</b>	<b>8941</b>	<b>-455</b>	<b>-22750</b>

Les rentabilités moyenne et totale du GHM 05K191 sont largement négatives (-1649 et -61013 €) au contraire de celles des épisodes de sévérité supérieures qui sont positives.

Pour le GHM 05K191, la DMS n'est pas différente significativement à 5% de celle de l'ENC, au contraire des coûts moyens liés au DM et d'hospitalisation ( $p > 0,0001$ ).

Tableau 18 : Coûts moyens estimés des épisodes rattachés au GHM 05K191 comparés aux coûts de l'ENC

	Etude	ENC
<b>DMS (en j)</b>	3,8	3,9
<b>Coût moyen lié au DM (en €)</b>	4343 *	2542
<b>Part Moyenne</b>	52,74 % *	37,18 %
<b>Coût moyend'hospitalisation (en €)</b>	8337 *	6837

#### 4.3.4.3. GHM racine 05K20

52 épisodes composent ce groupe dont 45 pour le seul GHM 05K201. Les GHM 05K202 et 05K203 sont eux représentés par 5 et 2 épisodes respectivement.

Tableau 19 : Coûts moyens et rentabilités moyennes et totales estimés pour les épisodes rattachés au GHM racine 05K20

GHM	Nombre	DMS (en j)	Coût moyen lié aux DM (en €)	Part moyenne du coût lié au DM dans le coût d'hospitalisation	Coût moyen d'hospitalisation (en €)	Rentabilité moyenne (en €)	Rentabilité totale (en €)
05K201	45	2,7	1287	35,45%	3362	-534	-24016
05K202	5	6,0	653	15,61%	4435	92	458
05K203	2	17,0	658	6,93%	9519	3660	7321
<b>Total général</b>	<b>52</b>	<b>3,8</b>	<b>1202</b>	<b>32,44%</b>	<b>3702</b>	<b>-312</b>	<b>-16237</b>

Comme pour le GHM 05K191, les rentabilités moyenne et totale du GHM 05K201 sont négatives (-534 € et -24016 €) mais le rapport s'inverse pour les épisodes de sévérité supérieure.

La DMS des épisodes rattachés au GHM 05K201 n'est pas différente significativement de celle de l'ENC, au contraire une nouvelle fois des coûts moyens liés au DM et d'hospitalisation ( $p=0,0007$ ).

Tableau 20 : Coûts moyens estimés des épisodes rattachés au GHM 05K201 comparés aux coûts de l'ENC

	Etude	ENC
<b>DMS (en j)</b>	2,7	2,8
<b>Coût moyen lié au DM (en €)</b>	1287 *	799
<b>Part Moyenne</b>	35,45% *	27,51%
<b>Coût moyen d'hospitalisation (en €)</b>	3362 *	2905

#### 4.3.4.4. Etude de la rentabilité avec les coûts moyens de l'ENC selon le GHM

On sait que la tarification des GHS diffère de l'estimation du coût par l'ENC principalement parce qu'elle ne représente pas la totalité des recettes reçues par l'établissement. Le tableau 21 présente les résultats des rentabilités des trois GHM les plus fréquents en considérant que les coûts d'hospitalisation correspondent à ceux de l'ENC.

Tableau 21 : Rentabilités moyennes et totales des GHM 05K101, 05K191 et 05K201 avec les coûts estimés par l'ENC et par l'étude

GHM	Nombre	Rentabilité moyenne estimée avec les données de l'ENC (en €)	Rentabilité moyenne estimée avec les données de l'étude (en €)	Rentabilité totale estimée avec les données de l'ENC (en €)	Rentabilité totale estimée avec les données de l'étude (en €)
05K101	8	- 508	- 556	- 4064	- 4445
05K191	37	218	- 1649 *	11336	- 61013 *
05K201	45	373	- 534 *	18650	- 24016 *

A l'exception du GHM 05K101, les rentabilités totales estimées via les coûts d'hospitalisation moyens fournis par l'ENC sont positives (11336 € pour le GHM 05K191 et 18650 € pour le GHM 05K201). Sur ces mêmes GHM, les différences entre rentabilités moyennes et totales estimées à partir de l'ENC ou de l'étude sont significatives à 5% ( $p<0,0001\%$ ).

### 4.3.5. Détermination de la rentabilité des épisodes en fonction de l'indication

Les résultats moyens par sous-population sont détaillés dans le tableau 22 :

Tableau 22 : Coûts moyens et rentabilités moyennes et totales estimés en fonction de l'indication

GHM	Nombre	DMS (en j)	Coût moyen lié aux DM (en €)	Part moyenne du coût lié au DM dans le coût d'hospitalisation	Coût moyen d'hospitalisation (en €)	Rentabilité moyenne (en €)	Rentabilité totale (en €)
EEP	21	5,1	286	12,89%	1572	-369	-7744
F	36	4,8	1460	29,96%	4408	-173	-6227
FA	35	5,1	4723	52,17%	9235	-1099	-38477
TJ	16	2,1	1006	34,37%	2881	-220	-3518
TRV	14	5,1	3056	45,18%	6424	465	6508

#### 4.3.5.1. Exploration électrophysiologique

21 épisodes ont été inclus dans le groupe EEP. En raison de l'utilisation exclusive de cathéters diagnostiques, le coût moyen lié au DM est le plus faible soit 286€. La rentabilité moyenne est-elle de -369€. Un seul épisode a été rentable (+ 151 €). Il s'agit du seul épisode auquel a été attribué un supplément SI.

Parmi cette population, on peut séparer trois groupes distincts. Tout d'abord 5 d'entre eux ont été rattaché à un GHM non concerné par l'étude, principalement parce que l'EEP a mené à la pose d'un défibrillateur implantable. Pour ces épisodes, l'évaluation de la rentabilité n'a pas été effectuée. On retrouve également les 10 épisodes du GHM racine 05K10 présentés en 4.3.4.1. Enfin, 6 épisodes ont été classés au sein du GHM racine 01M12 « *Autres myopathies* ». Il s'agit de patients ayant pour diagnostic principal une maladie de Steinert, dystrophie myotonique pouvant entraîner des troubles de conduction cardiaque nécessitant une exploration électrophysiologique.

Concernant les DM utilisés, trois cas de figures sont remarqués, ont été exclu les explorations ayant mené à la pose d'un défibrillateur :

- L'utilisation de deux cathéters diagnostiques quadripolaires Multicath ®, il s'agit des 6 épisodes reliés à une maladie de Steinert et l'épisode rattaché au GHM 05K193.
- L'utilisation d'un cathéter Multicath ® et un cathéter quadripolaire orientable, constatée dans 7 épisodes d'EEP classique.
- L'utilisation de deux cathéters Multicath ® et d'un cathéter orientable est noté dans deux épisodes 05K191.

Tableau 23 : Coûts moyens lié aux DM en fonction des différentes options utilisées pour l'EEP

	<b>GHM racine 05K10</b>	<b>2 Multicath®</b>	<b>1 Multicath® et 1 Dynamic Xtrem®</b>	<b>2 Multicath® et 1 Dynamic Xtrem®</b>
<b>Nombre</b>	16	7	7	2
<b>Coût moyen lié aux DM (en €)</b>	286	198,8	298,8	387,2

Enfin, en utilisant la méthode de l'ENC réajustée il a été possible d'évaluer la rentabilité des épisodes dont le DP est la Maladie de Steinert et de les comparer avec les EEP classiques. Le cas de figure où ces épisodes aient été rattachés au GHM 05K10J, GHM crédible de par sa durée de séjour (une seule journée) et les actes effectués (uniquement des actes diagnostiques de rythmologie) a également été envisagé. Les résultats sont détaillés dans le tableau 24 :

Tableau 24 : Comparaison des coûts et rentabilité moyens entre les épisodes de maladie de Steinert et les EEP classiques

	<b>EEP Classique</b>	<b>Maladie de Steinert</b>	<b>Maladie de Steinert (05K10J)</b>
<b>Nombre</b>	10	6	6
<b>Cout moyen lié aux DM (en €)</b>	322,2	198,8	198,8
<b>Part moyenne du coût lié au DM dans le coût d'hospitalisation</b>	16,10%	21,40%	24,35%
<b>Rentabilité moyenne (en €)</b>	<b>-529</b>	<b>-160</b>	<b>-534</b>

#### 4.3.5.2. Fibrillation auriculaire

35 épisodes ont été inclus dans le groupe FA, le coût moyen lié au DM y est le plus important soit 4723 €. La rentabilité moyenne est-elle de - 1099 €. On peut tout d'abord séparer ces patients en deux groupes en fonction de la technique d'ablation, radiofréquence ou cryoablation. Les deux sont comparés dans le tableau 25.

Tableau 25 : Coûts et rentabilités moyens calculés en fonction du type d'ablation de FA

	Radiofréquence	Cryoablation
<b>Nombre</b>	22	13
Paroxystique 1 <sup>ère</sup> ablation	2	13
<b>Coût moyen (en €)</b>	4873	4547 *
Ecart-type	509	191
<b>Rentabilité moyenne (en €)</b>	- 1148	- 959 *

Le coût moyen d'une cryoablation est statistiquement plus faible ( $p=0,004$ ) et moins variables. Les seules causes de variation sont l'utilisation surnuméraire d'un cathéter d'ablation 8mm Celsius DS ® utilisé pour arrêter le circuit d'un flutter concomitant à la FA dans deux épisodes et celle d'un cathéter diagnostique Multicath® dans un autre.

Les temps d'occupation de la salle et de présence chirurgicale ont également été comparés. Dans les deux cas la différence est significativement différente ( $p<0.0001$ ).

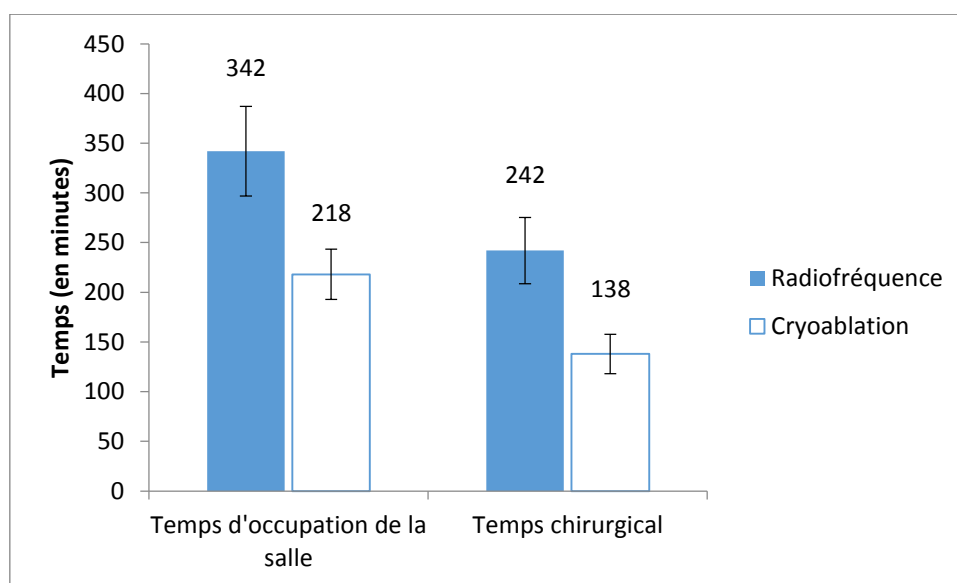


Figure 42 : Temps d'occupation de salle et chirurgical par technique d'ablation

Néanmoins, on peut rappeler que l'on ne compare pas les mêmes populations. En effet, parmi les 22 épisodes du groupe radiofréquence seuls 2 concernaient des patients avec une FA de nature semblable au groupe cryoablation (première intervention sur une FA paroxystique). Néanmoins, même si ce résultat n'a aucune valeur statistique, les

données de ces 2 procédures sont semblables à celles des autres procédures de radiofréquence (temps d'occupation moyen = 339 minutes et temps chirurgical moyen = 215 minutes).

Par radiofréquence, les causes de variation du coût lié aux DM sont plus diversifiées. La figure 43 fait le point sur les différentes étapes de l'ablation et la répartition des DM utilisés en termes de coût.

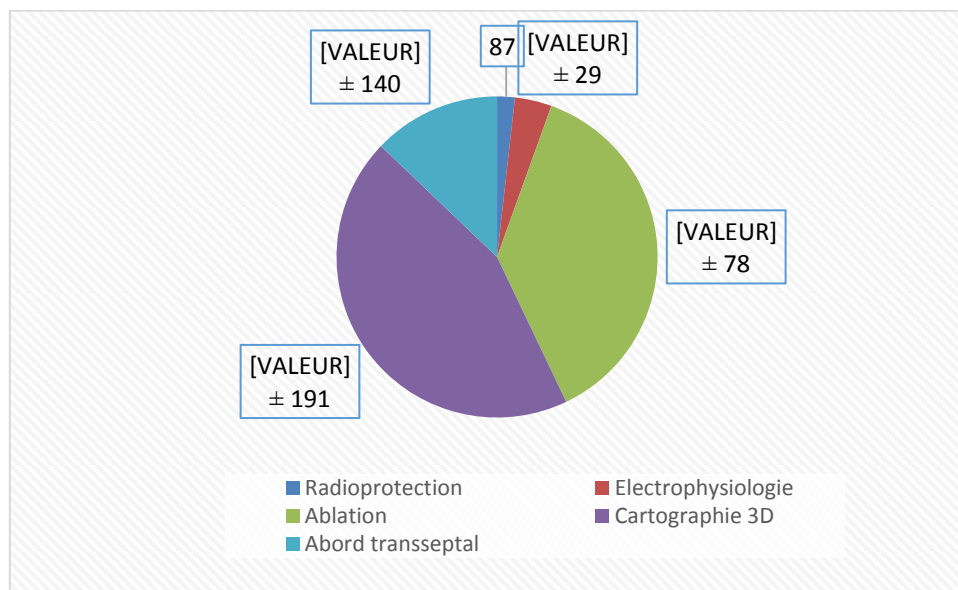


Figure 43 : Coûts moyens (en €) des différentes étapes d'une ablation par radiofréquence d'une FA dans le coût lié aux DM (n=22)

Le tableau 26 détaille les différentes options utilisées possibles pour chacune d'entre elles et le coût total associé.

Tableau 26 : Différentes options et coûts associés par étapes d'ablation de FA

Etape de l'ablation	Options	Coût de l'option (en €)	Nombre
<b>Radioprotection</b>	Housse de radioprotection x 3	<b>87</b>	22
<b>Electrophysiologie</b>	Catheter diagnostic orientable 4P x 1	<b>161</b>	19
	Catheter diagnostic orientable 4P x 1 <b>et</b> Catheter de stimulation temporaire x 1	<b>305</b>	1
	Catheter diagnostic orientable 4P x 2	<b>322</b>	2
<b>Ablation</b>	Catheter d'ablation irrigué pour système Carto <sup>®</sup> x 1	<b>1734</b>	19
	Catheter d'ablation irrigué avec système de contact x 1	<b>2021</b>	1
	Catheter d'ablation irrigué pour système Carto <sup>®</sup> x 1 <b>et</b> Catheter d'ablation 8mm x1	<b>2200</b>	2
<b>Cartographie 3D</b>	Patchs x1 <b>et</b> Catheter Lasso variable x1	<b>1974</b>	19
	Patchs x1 <b>et</b> Catheter Lasso variable x1 <b>et</b> Catheter Lasso fixe x1	<b>2991</b>	3
<b>Abord transseptal</b>	Introducteur transseptal x 2 <b>et</b> Aiguille transseptale x 1	<b>501</b>	13
	Introducteur transseptal x 2 <b>et</b> Aiguille transseptale x 2	<b>656</b>	4
	Introducteur transseptal x 1 <b>et</b> Gaine transseptale orientable x 1 <b>et</b> Aiguille transseptale x 1	<b>1404</b>	2

Cette information a été révélée par l'étude : la non-systématicité des suppléments SI correspondants à l'épisode alors qu'une télémétrie de 48h post-procédure a été réalisée pour chacun d'entre eux. Sur ces 35 épisodes, 17 d'entre eux n'ont pas fait l'objet de cette cotation soit 48,6 %. Cela représente un déficit minimal pour l'établissement de 810 € et en moyenne de 1124 € par épisode concerné.

#### 4.3.5.3. Flutter

36 épisodes ont été inclus dans le groupe Flutter. Ils présentent un coût moyen lié aux DM de 1412 € avec une variabilité très importante, confirmée par son écart-type (1383). La rentabilité moyenne est de - 153,5 €. Contrairement aux épisodes de FA, ils ne sont pas tous associés au même GHM racine. Si on sépare les flutters droits des flutters gauches, les rentabilités moyennes sont respectivement de - 59,4 € et - 889 €.



Tableau 27 : Coût moyen lié aux DM lors de l'ablation d'un flutter en fonction du GHM

GHM	Nombre	Abord transeptal pendant la procédure	Cartographie 3D pendant la procédure	Coût Moyen lié aux DM (en €)
05K191	4	4	4	4295
05K192	1	1	1	3586
05K201	24	0	5	1054
05K202	4	0	0	703
05K203	2	0	0	658
Autre	1	0	0	621
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>1452</b>

A la différence de la cartographie 3D, l'abord transeptal lors d'une intervention d'interruption de flutter gauche est un acte classant au sein du GHM racine 05K19, ce qui est sensé absorber le surcoût lié aux techniques utilisées par rapport aux ablations de flutter classiques. Mais contrairement aux FA, ce n'est pas la cartographie 3D qui représente la plus grosse part des dépenses de DM mais l'ablation puis l'abord transeptal. Ceci s'explique par le fait que l'utilisation d'un cathéter lasso n'est pas obligatoire.

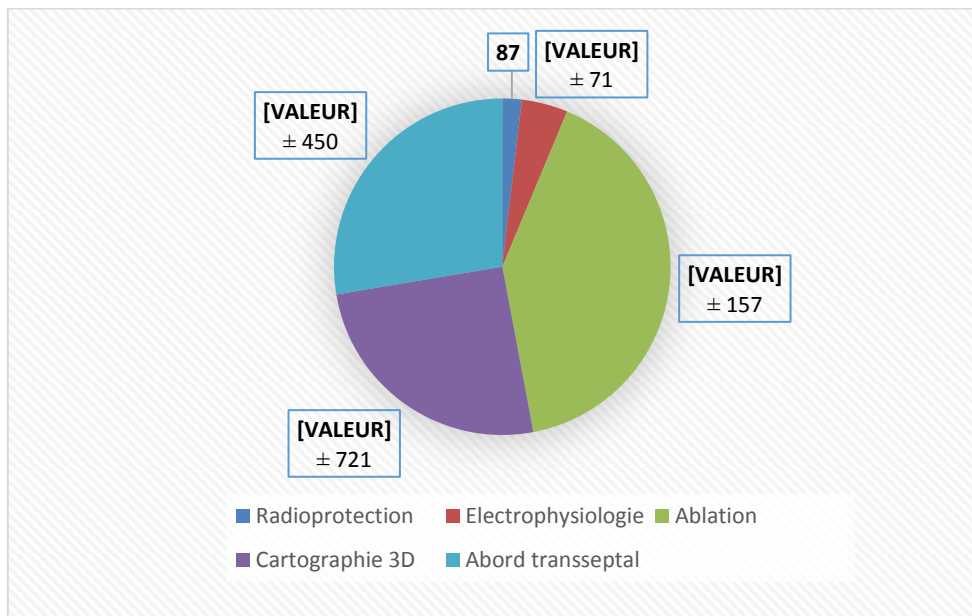


Figure 44 : Coûts moyens (en €) des différentes étapes d'une ablation d'un flutter gauche dans le coût lié aux DM (n=5)

La prise en charge des flutters droits est moins couteuse, la cartographie de l'utilisation des DM en fonction de l'étape de l'ablation est disponible via l'annexe 5, leurs parts moyennes étant représentées au sein de la figure 45 :

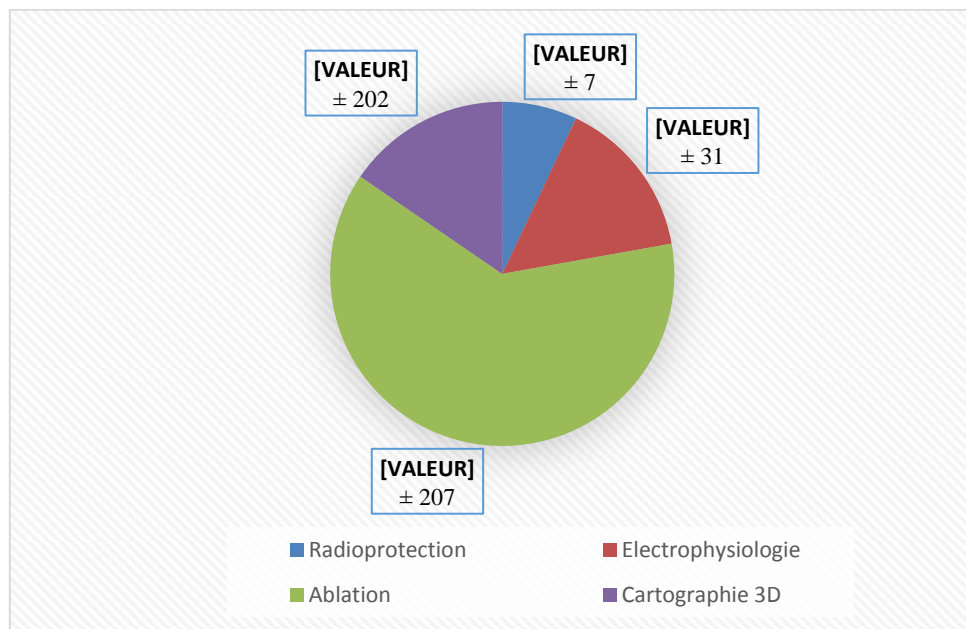


Figure 45 : Coûts moyens (en €) des différentes étapes d'une ablation d'un flutter droit dans le coût lié aux DM (n=31)

Il est important d'observer la concordance entre l'utilisation de la cartographie 3D et le codage de l'acte DEPF025 dans les flutters atypiques hors de l'isthme cavotricuspidé.

#### 4.3.5.4. Tachycardie jonctionnelle

16 épisodes ont été inclus dans le groupe tachycardie jonctionnelle, tous ont été rattachés au GHM 05K201. Leur coût moyen lié aux DM est de 1006 € pour une rentabilité moyenne de - 220 €. On peut différencier deux sous-groupes, les tachycardies dont la voie ascendante passe par un faisceau de Kent ou voie accessoire (où l'acte DEPF010 est codé) et celles où elles passent par le NAV via une réentrée intranodale (DEPF004 ou DEPF005). Les différents coûts moyens et rentabilités associées sont récapitulés dans le tableau 28.

Tableau 28 : Coûts et rentabilités moyens en fonction du type de tachycardie jonctionnelle

	Voie accessoire	Réentrée intranodale
<b>Nombre</b>	9	7
<b>Coût Moyen lié aux DM (en €)</b>	745	1291
Cartographie 3D	0	1
Abord Transseptal	0	2
<b>Rentabilité moyenne (en €)</b>	-145	-316

Tableau 29 : Différentes options et coûts associés par étapes d'ablation de TJ

Etape de l'ablation	Options	Coût de l'option (en €)	Nombre
<b>Radioprotection</b>	Housse de radioprotection x 3	<b>87</b>	16
<b>Electrophysiologie</b>	Catheter diagnostic orientable 4P x 1	<b>161</b>	2
	Catheter diagnostic orientable 4P x 1 et Catheter diagnostic orientable 4P x 1	<b>233</b>	6
	Catheter diagnostic orientable 4P x 1 et Catheter diagnostic orientable 4P x 2	<b>394</b>	8
<b>Ablation</b>	Catheter d'ablation 4mm x 1	<b>395</b>	14
	Catheter d'ablation 4mm x 2	<b>790</b>	2
<b>Cartographie 3D</b>	Patchs x1	<b>658</b>	1
<b>Abord transseptal</b>	Introducteur transseptal x 1 et Gaine orientables transseptale x 1 et Aiguille transseptale x 1	<b>1404</b>	2

#### 4.3.5.5. Troubles du rythme ventriculaire

14 épisodes ont été inclus au sein de cette sous-population, 9 au sein du GHM racine 05K19, 4 en 05K20 et un épisode a été rattaché à un GHM racine non étudié. Le coût moyen lié aux DM est de 3056 € et la rentabilité moyenne associée est de 466€. La cartographie 3D est présente dans 100% des épisodes au contraire de l'abord transeptal, nécessaire que dans 6 épisodes. De ce fait les cathéters d'ablation sont la part majoritaire dans le coût lié aux DM comme détaillé dans la figure 46 :

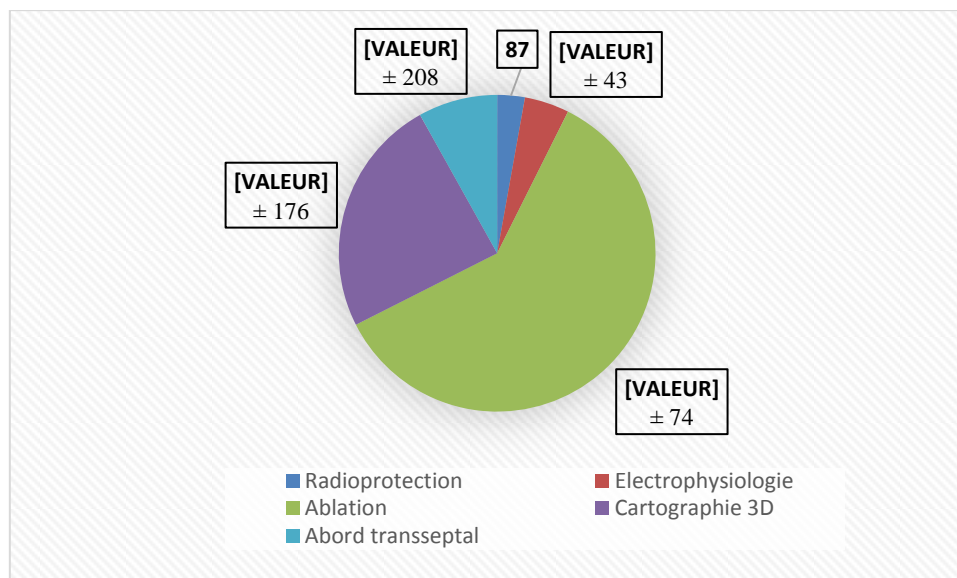


Figure 46 : Coûts moyens (en €) des différentes étapes d'une ablation d'un TRV dans le coût lié aux DM (n=14)

Tableau 30 : Différentes options et coûts associés par étapes d'ablation d'un TRV

Etape de l'ablation	Options	Coût de l'option (en €)	Nombre
<b>Radioprotection</b>	Housse de radioprotection x 3	<b>87</b>	<b>14</b>
<b>Electrophysiologie</b>	Catheter diagnostic 4P x 1	<b>72</b>	<b>6</b>
	Catheter diagnostic 4P x 2	<b>144</b>	<b>2</b>
	Catheter diagnostic orientable 4P x 1	<b>161</b>	<b>4</b>
	Catheter diagnostic 4P x 1 et Catheter diagnostic orientable 4P x 1	<b>233</b>	<b>1</b>
	Catheter diagnostic 4P x 1 et Catheter diagnostic orientable 4P x 1 et Cathéter de stimulation temporaire x 1	<b>377</b>	<b>1</b>
	<b>Ablation</b>	Catheter d'ablation irrigué pour système Carto® x 1	<b>1734</b>
	Catheter d'ablation irrigué avec système de contact x 1	<b>2021</b>	<b>8</b>
<b>Cartographie 3D</b>	Patchs x1	<b>658</b>	<b>13</b>
	Patchs x1 et Catheter Lasso variable x1	<b>1974</b>	<b>1</b>
	<b>Abord transseptal</b>	Introducteur transseptal x 1	<b>173</b>
	Introducteur transseptal x 1 et Gaine orientables transseptale x 1 et Aiguille transseptale x 1	<b>1404</b>	<b>2</b>

### 4.3.6. Analyse de sensibilité

#### 4.3.6.1. Impact de la durée de séjour

Etant donné que la durée du séjour intervient dans le calcul de la rentabilité d'un épisode, il n'est pas pertinent de les évaluer l'une par rapport à l'autre. Néanmoins le tableau 31 récapitule les données moyennes pour chaque GHM :

Tableau 31 : Durées moyennes de séjour de l'étude et de l'ENC en fonction du GHM

GHM	Nombre	DMS Etude	DMS ENC
05K101	8	2,6	2,9
05K103	1	14,9	15,0
05K10J	1	1,0	1,0
05K191	37	4,0	3,9
05K192	9	5,8	6,3
05K193	4	10,6	13,8
05K201	45	2,8	2,7
05K202	5	7,7	6,0
05K203	2	14,7	17,0
<b>Total général</b>	<b>112</b>	<b>4,2</b>	<b>4,4</b>

Les DMS des GHM ayant un échantillonnage suffisant (05K101, 05K191, 05K192 et 05K201) ne sont pas significativement différentes à 5% des valeurs de référence de l'ENC.

Dans le cas spécifique de l'ablation de la FA, les séjours programmés et sans complication durent actuellement 4 jours. Le premier jour d'hospitalisation est dédié à la réalisation d'un scanner nécessaire pour une étude de l'anatomie cardiaque du patient. Ce scanner peut être à l'avenir externalisé faisant passer de facto la durée d'un épisode à 3 jours. Dans le tableau 32 sont calculées les rentabilités moyennes et totales des 23 ablations de FA de DS égale à 4 jours si celle si était ramenée à 3 jours.

Tableau 32 : Rentabilités moyennes et totales en fonction de la durée du séjour (n=23)

Durée de Séjour	Rentabilité moyenne (en €)	Rentabilité totale (en €)
DS de 3 jours	-1241	-28534
DS de 4 jours	-1909	-40093
<b>Différence</b>	<b>669</b>	<b>11559</b>

Un gain de 669 € par épisode est estimé soit 11559 € pour les 23 épisodes concernés.

#### 4.3.6.2. Impact de la sévérité du séjour

Dans le tableau 33, sont indiquées les moyennes de rentabilités et la rentabilité totale en fonction de la sévérité du GHM retenu. L'épisode ayant été rattaché au GHM 05K10J n'apparaît pas dans ce tableau.

*Tableau 33 : Coûts moyens et rentabilités moyenne et totale en fonction de la sévérité de l'épisode*

<b>Sévérité</b>	<b>Nombre</b>	<b>Coût moyen d'hospitalisation (en €)</b>	<b>Rentabilité moyenne (en €)</b>	<b>Rentabilité totale (en €)</b>
Sévérité 1	89	5201	-959	-85379
Sévérité 2	15	7757	1648	24724
Sévérité 3	7	11730	2732	19126
<b>Total général</b>	<b>111</b>	<b>5958</b>	<b>-373</b>	<b>-41742</b>

Lors des épisodes concernés les diagnostics et actes liés à la rythmologie sont codés. Néanmoins un certain nombre de diagnostics associés (DAS) peuvent permettre le passage de l'épisode à un niveau de sévérité supérieur. Une étude des dossiers médicaux a été menée pour évaluer le codage de ces diagnostics associés et l'impact d'une optimisation de ce codage pour les épisodes rattachés aux GHM racine 05K19 et 05K20. 5 diagnostics ont ainsi été ciblés :

- T810 et T818 : Hémorragie et hématome compliquant un acte à visée diagnostique et thérapeutique et Autres complications
- Z991 : Dépendance envers un respirateur : ventilation par masque nasal
- E109 et E1190 : Diabète sucré insulino-traité
- E6601 : Obésité due à un excès calorique avec indice de masse corporelle égal ou supérieur à 40

Ces quatre diagnostics font passer l'épisode en sévérité 2.

- N178 : Insuffisance rénale aiguë (IRA)

Ce diagnostic fait passer l'épisode en sévérité 3. Les résultats sont présentés dans le tableau 34 :

Tableau 34 : Etude du codage des diagnostics associés ciblés

Diagnostic associé	Nombre d'épisodes concernés par le DAS	Nombre d'épisodes où le DAS a été codé	Bénéfice (en €)
Complication	3	3	0
Dépendance envers un respirateur	1	1	0
Diabète insulinotraité	3	3	0
Obésité	2	0	8497
IRA	2	2	0
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>8497</b>

On constate tout d'abord que sur les 102 épisodes rattachés, 11 sont concernés par ces comorbidités ou complications soit 10,7% et seulement deux auraient pu être codés de manière à gagner un niveau de sévérité pour un gain brut de 8496,84 €.

Seulement 9 des 21 épisodes de sévérité supérieure à 1 sont donc concernés, une recherche des DAS codés expliquant le passage de sévérité à un autre niveau a été menée. Pour trois d'entre eux, il s'agit d'épisodes compliqués ne correspondant pas au schéma de prise en charge programmée mais de prise en charge d'urgence, l'un ayant comme DAS un choc cardiogénique et les deux autres une péricardite. Les épisodes ont donc été rattachés à des GHM de sévérités 2 ou 3 mais présentaient une durée de séjour bien supérieure à la moyenne.

Les autres séjours sont des séjours conventionnels avec une durée de séjour correspondant à la DMS du GHM auquel ils ont été rattachés. Pour l'un d'entre eux, le DAS impliqué dans l'augmentation du niveau de sévérité est le D508 « Autres anémies par carence en Fer ». Il n'a été codé pour cet épisode alors qu'après étude des comptes rendus d'hospitalisation des 102 épisodes, trois d'entre eux font mention d'une anémie par carence martiale avec une hémoglobine inférieure à 10 g/L. Deux cas marginaux se sont vu rattacher à un GHM de sévérité 2 suite à une hypertension artérielle pulmonaire primitive pour l'un et une infection à *Escherichia coli* pour l'autre.

Enfin, pour les 7 épisodes restants, le point commun est le codage comme DAS d'une « hyponatrémie ou hypo osmolarité » (E87.18), pour certains c'est le seul DAS de l'épisode confirmant le rôle de celui-ci dans le passage en sévérité 2.

#### 4.3.6.3. Impact du supplément SI

On sait qu'il existe un décalage entre le coût moyen révélé par les ENC (ici 2012) et la valorisation des séjours par le PMSI via les GHS. Néanmoins le tarif GHS ne représente pas à lui seul l'intégralité des recettes reçues pour un épisode. Celui-ci tient en compte les suppléments reçus en sus dans les GHS concernés par l'étude. Ainsi, si on considère le coût moyen de l'ENC, un épisode ne peut être rentable qu'après ajout des suppléments SI au tarif du GHS associé.

Dans l'étude et dans le cas particulier de la FA, il a été constaté un nombre d'épisodes pour lesquels le supplément SI n'a pas été reçu. Dans le tableau 35 sont détaillés les coûts d'hospitalisation et rentabilité moyens si ces suppléments SI avaient été ajoutés.

*Tableau 35 : Evolution des rentabilités moyennes et totales des épisodes de FA après ajout des suppléments SI pour chacun d'entre eux*

	<b>Rentabilité moyenne</b> (en €)	<b>Rentabilité totale</b> (en €)
<b>Données de l'étude</b>	-1099	-38477
<b>Avec rajout des SI</b>	-652	-22820
Ecart	447	15657

Cette non supplémentation provoquerait une perte totale pour l'établissement de 15657 € sur la période de l'étude rien que sur la FA.

#### 3.3.6.4. Impact du coût des DM

Les DM représentent plus de 35% de la part du coût total d'hospitalisation pour les épisodes d'ablations de sévérité 1. Pour chaque indication, ont été simulés les coûts et rentabilités associées si les options les moins coûteuses (présentées dans les tableaux 26, 27, 30 et l'annexe 5) pour chaque étape nécessaire de chaque procédure avaient été utilisées indépendamment de la prise en compte de leur efficacité. Le tableau 36 détaille les coûts et rentabilités moyennes et totales dans ces configurations :

*Tableau 36 : Coûts moyens et rentabilités moyennes et totales avec les options les moins coûteuses par procédure*



<b>GHM</b>	<b>Nombre</b>	<b>Coût moyen d'hospitalisation (en €)</b>	<b>Rentabilité moyenne (en €)</b>	<b>Rentabilité totale (en €)</b>
05K101	8	2168	-531	-4248
05K103	1	8311	-2123	-2123
05K191	37	7868	-1180	-43656
05K192	9	8917	3097	27876
05K193	4	13252	3920	15682
05K201	45	3054	-225	-10133
05K202	5	4292	235	1173
05K203	2	9386	3794	7588
<b>Total général</b>	<b>112</b>	<b>5655</b>	<b>-71</b>	<b>-7841</b>

Malgré l'utilisation des options les moins coûteuses les rentabilités moyennes et totales restent déficitaires.

On observe que la cartographie 3D représente une part importante voire majoritaire du coût des DM dans certaines indications. Elle n'est en aucun cas un acte codant pour un GHM à la valorisation plus élevée (au contraire de l'abord transeptal par exemple).

Des simulations de rentabilités estimées dans la FA ont alors été effectuées dans le cas où un autre système de cartographie moins coûteux serait utilisé (le système NavX de St Jude Medical) et dans le cas où l'ablation de radiofréquence se ferait uniquement de manière électrophysiologique sans cartographie 3D. Le coût d'utilisation moyen du système NavX a été estimé par le fournisseur et le coût de la méthode électrophysiologique correspond au coût d'un cathéter d'électrophysiologie orientable, un cathéter lasso, un cathéter d'ablation irrigué Celsius® et des dispositifs nécessaires à l'abord transeptal.

Le tableau 37 détaille les rentabilités estimées dans le cas où chaque ablation de l'étude serait effectuée selon la méthode étudiée sans prendre en compte l'efficacité de la technique ou le contexte du patient.

*Tableau 37 : Rentabilités moyennes estimées en fonction de la méthode d'ablation simulée*

<b>Méthode d'ablation</b>	<b>Rentabilité moyenne (en €)</b>	<b>Rentabilité totale (en €)</b>
Système de Cartographie CARTO®	-1099	-38477
Système de Cartographie NavX®	-362	-12661
Electrophysiologie simple	385	13469

Ce résultat montre que même avec un système de cartographie sensiblement moins coûteux, les rentabilités restent négatives.

### 3.3.6.5. Impact du type de procédure

Il est également possible de comparer les différentes procédures d'ablation dans le cas de la FA. La figure 47 détaille les parts moyennes de chaque type de coûts au sein d'un épisode d'ablation de FA. 17% du coût total correspond aux frais de personnel et de locaux.

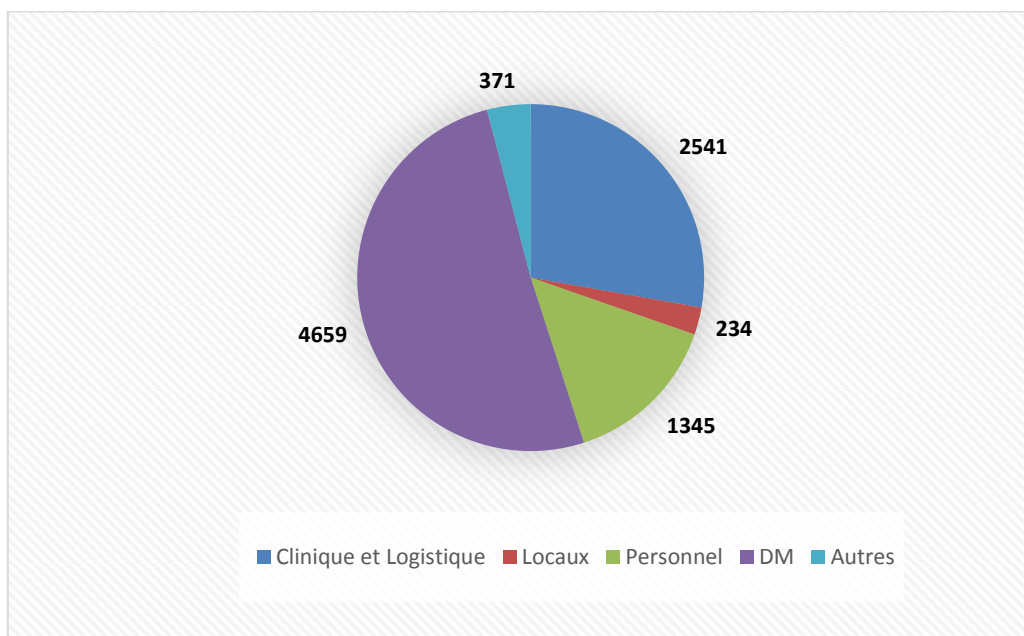


Figure 47 : Différents coûts associés à un épisode d'ablation de FA

En prenant les coûts horaires moyens et chargés d'une infirmière diplômée d'état (IDE) soit 33,51 € et d'un praticien hospitalier (PH) soit 59,28 € au CHU de Nantes (données fournies par la direction des affaires médicales de l'établissement), il est possible d'évaluer le gain engendré par la diminution des durées des procédures induites par la cryoablation.

Tableau 38 : Evaluation du coût du personnel médical et paramédical (2 PH + 1 IDE) associé à une procédure d'ablation de FA en fonction de la technique

Type d'ablation de FA	Radiofréquence	Cryoablation
Coût personnel (en €)	669	394

Les pratiques au sein de l'unité de rythmologie interventionnelle sont amenées à changer avec la formation électrophysiologique de plusieurs IDE. Cela permettra

d'effectuer la procédure avec 2 IDE et 1 PH. Le tableau 39 estime les coûts du personnel dans cette configuration selon la technique d'ablation utilisée :

*Tableau 39 : Evaluation du coût du personnel médical et paramédical (1 PH + 2 IDE) associé à une procédure d'ablation de FA en fonction de la technique*

Type d'ablation de FA	Radiofréquence	Cryoablation
Coût personnel (en €)	621	380

Ce changement de pratiques apporterait un gain potentiel de 48 € par procédure d'ablation par radiofréquence et 14 € par procédure de cryoablation.

#### **4.4. DISCUSSION**

L'objectif de ce travail était d'évaluer la rentabilité globale de l'unité de rythmologie interventionnelle du CHU de Nantes en effectuant un recueil des DM utilisés pour chaque procédure pendant une période de trois mois. Les rentabilités totales pour le CHU et par acte ont été estimées respectivement à - 45769 € et - 409 €. D'après cette étude, les dépenses supportées par le CHU pour cette activité ne sont donc pas compensées par les recettes associées.

Il est intéressant de constater que la population de l'étude est une population jeune, comparée avec les données de la population générale, l'âge moyen étant de 56,6 ans. L'indication d'ablation correspondant à la moyenne d'âge la plus élevée est le flutter (66,9 ans) ce qui est facilement explicable par le fait qu'il s'agit d'un trouble du rythme survenant assez tardivement et que l'ablation est un geste simple efficace ce qui n'est pas le cas de l'alternative médicamenteuse. En revanche l'âge moyen des patients traités pour une FA n'est ici que de 59,5 ans alors que la prévalence dans la population générale augmente avec l'âge et est évaluée entre 5 et 15% après 80 ans. (22) Cette différence s'explique par la difficulté du geste et ses risques, la nécessité fréquente de recourir à plusieurs séances pour devenir efficace et l'invalidation d'autant plus importante que le patient est actif dans la vie.

Bien que l'essentiel de ce travail soit centré sur le CHU de Nantes, il est nécessaire de replacer l'ablation par cathéter dans la globalité de la prise en charge du patient. La prise en charge interventionnelle a une visée curative, ce que ne peut avoir l'alternative médicamenteuse. Cette dernière génère à terme un surcoût créé par les coûts des spécialités pharmaceutiques antiarythmiques ou anticoagulantes, les hospitalisations autres complications de la pathologie ou des traitements (anticoagulants) et les éventuels arrêts de travail. Ce surcoût peut amortir le coût élevé initial d'une procédure d'ablation. Quelques études coût-efficacité comparant l'approche interventionnelle avec l'approche pharmacologique dans la FA ont été réalisées en France (84) et dans d'autres pays (Japon, Royaume-Uni, Etats-Unis). (75,78,85) Leurs conclusions sont similaires, l'ablation par cathétérisme apporte un bénéfice médicoéconomique pour la collectivité au sein de la population jeune et/ou récemment diagnostiquée à 5 ans. On retrouve ici la description de la population de l'étude, reflet de la population traitée par l'unité de rythmologie interventionnelle du CHU de Nantes.

##### 4.4.1. Un coût trop élevé ?

Les coûts moyens d'hospitalisation de notre étude sont en moyenne supérieurs aux données extraites de l'ENC, pour les GHM racine 05K19 et 05K20 (91 % des

épisodes). Le coût des DM en est la principale cause que ce soit dans l'évaluation de son coût moyen que dans sa part dans la décomposition du coût d'hospitalisation.

Les DM dont les utilisations ont été recueillis pour l'étude et qui sont présentés dans l'annexe 3 ont été sélectionnés pour leur impact économique sur le coût total ou la non-systématicité de leur utilisation. Les autres DM d'usage courant nécessaires à ces procédures ont un coût négligeable vis-à-vis du coût total des DM.

Dans le cas de la FA, le coût d'hospitalisation peut être comparé avec des valeurs estimées à l'étranger (Figure 38). Avec une valeur moyenne de 9246 €, ils sont dans la moyenne basse. Il est également possible de les comparer avec les valeurs du CHU de Bordeaux qui ont été évalués, à 7642 € en 2012. (73) La différence entre les deux CHU peut être en partie expliquée par les critères d'inclusion différents. Dans cette étude (69) seuls les épisodes de primoablation de FA étaient concernés, alors que toutes les procédures ont été incluses dans celle-ci. Ainsi, si dans notre étude, ne sont conservées que les primoablations, le coût d'hospitalisation moyen est estimé à 8618 €. La différence de pratiques concernant la cartographie intracardiaque 3D et le surcoût par rapport à 2012 (avec l'apparition des cathéters dotés de système de contact par exemple) sont des autres facteurs à prendre en compte (cartographie par Carto3 ®, NavX ® ou absente à Bordeaux, uniquement Carto3 ® dans notre étude, la plus coûteuse).

Certaines stratégies peuvent permettre d'envisager de réduire le coût d'un épisode de primoablation de FA. L'utilisation de la cryoablation en est une, bien que l'impact global n'ait pu être exploité par l'étude. Les deux stratégies sont actuellement considérées comme isoefficaces dans l'indication retenue même si un manque de données à long terme et d'études comparant la RF à la cryoablation est à souligner. En effet, dans une revue systématique de littérature, Andrade et al. concluent qu'une procédure d'ablation à un taux d'efficacité élevé dans la FA paroxystique à court et moyen terme (98% et 72,8% à 12 mois), (52) résultats confirmés par les études STOP-AF (étude pivot) et ONLINE FIRST (respectivement 69,9% et 61,6% de patients sans rechute à 12 mois). (52,86) Les réductions des temps d'utilisation de la salle et du personnel médical ont été confirmées par nos données et peuvent avoir une incidence non négligeable sur le coût global d'hospitalisation (Tableau 34) sans modification de la qualité de prise en charge, à priori.

Pour les EEP, regroupées au sein de l'hétérogène GHM racine 05K10, le coût d'hospitalisation et les différents facteurs mesurés pouvant l'influencer (DMS ou coût lié aux DM) sont équivalents aux données de l'ENC 2012. Cependant la rentabilité de l'épisode est de -556 € pour le GHM 05K101, le plus fréquent. Sans l'ajout de suppléments à la recette de l'épisode, il est donc impossible d'être rentable avec les coûts moyens évalués par l'ENC. Or sur ce GHM racine, seul un épisode a eu un

supplément SI rajouté à la tarification du GHS. La valorisation de ce GHS est ainsi construite et ceci même si la télémétrie n'est utilisée que quelques heures.

#### 4.4.2. Valorisation des coûts efficace ?

Ces deux exemples nous mènent à nous interroger sur l'efficacité et l'exactitude de la valorisation des ressources allouées à ces activités. Les écarts entre nos évaluations des différents coûts variables mesurables (DM, spécialités pharmaceutiques et anesthésie) et ceux de l'ENC en sont la preuve. Le coût des DM pose le plus de questions. En effet il représente déjà une partie importante et en constante augmentation du coût d'hospitalisation estimé par les ENC quel que soit le GHM rattaché ou l'indication. Cette proportion est encore plus importante dans notre étude causant un surcoût moyen de 924,13 € par rapport aux données de l'ENC 2012. Pour le GHM 05K191, le coût moyen est ainsi estimé par les ENC est de 2542 € contre 4343 € pour cette étude. Quelles peuvent être les raisons de ce surcoût ?

L'activité de rythmologie interventionnelle est soumise à une innovation constante dans le domaine des DM caractérisée ces dernières années par l'apparition de la cartographie 3D et l'optimisation de l'utilisation des cathéters dédiés à l'ablation. Ces innovations associées à la complexité de ces dispositifs et des équipements biomédicaux associés les rendent particulièrement coûteux. Une estimation juste de leurs coûts est alors nécessaire.

Ainsi le fonctionnement même des ENC pose problème pour cette activité. En effet la tarification des GHS pour une année n est basée sur les coûts moyens recueillis dans le panel lors de l'année n-2. Une éventuelle innovation coûteuse représentant une avancée pour la prise en charge peut être transformée en risque pour la rentabilité de l'activité par ce delta de deux années.

On peut ainsi prendre l'exemple de la cartographie 3D. Elle représente la part majoritaire du coût lié au DM des épisodes reliés au GHM racine 05K19 à l'exception des troubles du rythme ventriculaire. Au sein de ce GHM racine, ce sont ces seuls épisodes qui sont rentables. Lorsque l'on compare dans les ablations de FA, le système utilisé actuellement au CHU (Carto3 ®) et un système concurrent (NavX®) moins coûteux, les rentabilités restent négatives : respectivement - 36174 € et - 12661 €. En fait seule une ablation de FA réalisée de manière électrophysiologique sans cartographie, permettrait de passer dans le positif. Il est bien sûr important de rappeler que ses simulations ont été effectuées sans aucunes considérations sur les bénéfices obtenus chez le patient par l'utilisation des systèmes de cartographie. En effet l'utilisation de ceux-ci limite considérablement l'utilisation d'imagerie classique et de l'irradiation associée.

De même, l'utilisation de la cartographie dans des épisodes reliés au GHM racine 05K20 est à la base du surcoût responsable des épisodes les moins rentables de l'étude (1 tachycardie jonctionnelle et 5 flutters droits) Les actes de la CCAM associés n'étant pas des actes classant au contraire de l'abord transeptal lui aussi responsable d'un surcoût non négligeable mais mieux valorisé.

Un mauvais échantillonnage des GHM de sévérité 1 de l'ENC ne peut pas expliquer les différences observées car celui-ci est représentatif (plus de 25% des actes des établissements publics), tout comme ne peuvent l'être les autres facteurs des séjours de notre étude qui sont semblables aux valeurs de l'ENC (DMS par exemple).

#### 4.4.3. Optimisation du codage

A l'heure actuelle, il existe un décalage important entre les ressources allouées aux épisodes de sévérité 1 par rapport à ceux de sévérités supérieures. Il paraît nécessaire d'optimiser au maximum le codage de ces épisodes. Si bien sur les diagnostics et actes de rythmologie et cardiologie sont exhaustivement codés, les comorbidités doivent l'être également. Les comorbidités évidentes et identifiées comme faisant passer l'épisode à un niveau de sévérité supérieur représentent seulement 10% des épisodes. Seules deux d'entre elles n'ont pas été codées, ce qui représenterait quand même un gain potentiel de 8597 €. Cette faible proportion de comorbidités par rapport à la population générale peut s'expliquer par la population plus jeune de l'étude.

L'étude a permis d'identifier d'autres DAS susceptibles de faire passer le niveau de sévérité d'un épisode : l'anémie (par carence martiale ou suite à une hémorragie) et l'hyponatrémie. Ces DAS n'ont pas été codés par le médecin responsable de l'épisode. Il s'agit d'un supplément de codage effectué par l'équipe du SIM. Une hyponatrémie comprise entre 120 et 135 mmol/L fait passer l'épisode en sévérité 2, une inférieure à 120 mmol/L en sévérité 3. Ce supplément de codage qui ne concerne que 7 épisodes représente un gain estimé à 23495 € soit plus de la moitié du déficit total estimé par l'étude. Ceci est un parfait exemple de l'importance de cette optimisation et du rôle du codage des comorbidités.

L'apport des suppléments SI revêt également une importance capitale puisque la tarification des GHS les prend en compte. Au sein de l'unité de rythmologie, le supplément SI est attribué en cas d'utilisation d'une télémétrie. Elle est utilisée en surveillance post-ablation au moins vingt-quatre heures, voire quarante-huit pour les ablations de FA. Les télémétries étant mobiles, les patients restent dans le service conventionnel de rythmologie. Une unité fonctionnelle virtuelle et spécifique est alors utilisée pour pouvoir coter l'utilisation de cette télémétrie et donc le supplément SI. Cette modification doit être effectuée sur le logiciel de soins (Clinicom ®) lors de la mise en

place de la télémétrie et son absence n'est ni bloquante ni invalidante pour la prise en charge des patients. Après études des 17 épisodes de FA pour lesquels étaient constatée une absence de suppléments SI, il est avéré que celles-ci étaient dues à l'absence de mutation au sein de l'UF spécifique. La perte associée est ainsi proche de 15000 € pour les trois mois de l'étude.

Ce montant ne concerne que les FA, la même situation est remarqué pour l'ablation d'autres troubles du rythme pour lesquels 24h de télémétrie sont systématiquement effectuées. De même une télémétrie de plus courte durée est utilisée lors des EEP, ce qui n'a jamais été codé au cours des trois mois de l'étude. Si on rattrape ces oublis et qu'un supplément de SI eut été attribué à ces épisodes, la recette globale serait augmentée de 10119 €. Avec ce montant et les 15657 € évalués précédemment pour les épisodes de FA, un total de 26778 € est estimé. L'établissement ayant 12 mois pour corriger d'éventuelles erreurs de codage, la démarche a été initiée pour pouvoir bénéficier de l'attribution de ces suppléments légitimes ainsi que ceux de tous les autres épisodes de cette période

L'optimisation du codage et la rigueur lors des mises en place de télémétrie sont des atouts à ne pas négliger pour permettre une allocation des ressources correspondant aux soins pratiqués durant l'épisode.

#### 4.4.4. Limites de l'étude

De par la méthodologie utilisée, les coûts estimés ne sont pas l'exact reflet des coûts réels dépensés par le CHU. Près de 50% de ceux-ci étant obtenus auprès de l'ENC de 2012. Ces unités d'œuvres peuvent également souffrir des mêmes lacunes que pour les unités mesurées au sein de l'étude. Ainsi l'impact des locaux et du personnel n'a pas été utilisé dans le calcul des différentes rentabilités.



#### 4.4.5. Perspectives

L'innovation et la complexité des dispositifs médicaux utilisés en rythmologie interventionnelle en font des produits coûteux. L'augmentation de l'espérance de vie générale de la population et le bénéfice accordé par ce type de procédure laissent à penser que le nombre de celles-ci augmentera dans les prochaines années. La population incluse dans l'étude est plus jeune que la population générale touchée par ces indications. Ces procédures sont généralement la seule prise en charge curative possible assurant en cas de succès, un gain non négligeable au bénéfice du patient mais également de la collectivité.

Il est alors indispensable que la valorisation de ces actes corresponde aux montants engagés par l'établissement de santé. Cette étude a démontré que ce n'était pas le cas pour le CHU de Nantes. Le coût des dispositifs médicaux, principalement étudié, est ainsi mis en cause. Le mécanisme de la tarification des GHS concerné peut expliquer cette différence. En se basant sur les données économiques de deux années avant, les ENC peuvent se révéler comme un frein pour l'innovation. Malgré les limites évoquées, les ENC restent néanmoins actuellement les indicateurs les plus complets explorant les coûts hospitaliers, l'ENC 2012 prenant par exemple une part importante de la méthodologie de l'étude.

Même si l'étude a évalué la rentabilité totale à - 45769 € durant les trois mois concernés celle-ci sera réduite probablement de moitié après correction rétrospective des attributions de SI aux épisodes en étant dépourvus à tort. Elle a également indiqué certaines mesures permettant de limiter cette perte. Une vigilance accrue dans le codage et l'attribution des télémétries sera ainsi de mise à l'avenir. Ce travail a également permis de pointer l'importance du codage de ces épisodes. Ce codage est effectué par le médecin responsable de l'épisode. Il s'agit d'un exercice nécessitant une bonne connaissance du sujet ainsi qu'un intérêt du clinicien, puisqu'il s'agit d'une activité chronophage. L'apport d'une supplémentation de codage par le SIM a permis d'augmenter de manière substantielle la rentabilité de l'activité alors qu'elle n'a concerné qu'un nombre limité d'épisodes (6,25 %). Dans d'autres établissements de santé, des techniciens formés et qualifiés, réalisent ce codage, déchargeant ainsi le clinicien de cette tâche. Serait-il intéressant de développer cette stratégie en rythmologie interventionnelle et/ou ailleurs ? D'autres questions éthiques peuvent également être posées, doit on optimiser ce codage au maximum, puisque l'argent supplémentaire dont bénéficie l'établissement est apporté par l'assurance maladie ?

L'émergence d'autres stratégies de prise en charge influant sur d'autres facteurs de la procédure que les DM tels le personnel et les locaux peuvent aussi contribuer à

l'atteinte de cet objectif. L'étude a démontré que la cryoablation apporte une réduction importante des temps de procédure. Le développement de cette technique associé à une réorganisation de l'unité entière avec possibilité à terme de l'ouverture d'une deuxième salle en fonction du recrutement de patients, peut permettre d'apporter une plus-value à l'activité entière. D'autre part la chirurgie ambulatoire est un axe important développé pour limiter les coûts hospitaliers quelle que soit la spécialité. Dans le cas de la rythmologie interventionnelle, une première étape pourrait être de limiter le séjour classique d'ablation de FA à 3 jours. Cette stratégie impliquerait l'externalisation du scanner pré-procédure du séjour. Les durées de séjour du CHU de Nantes étant non significativement différentes de celles de l'ENC, cette diminution entraînerait un gain important à l'établissement puisque celle-ci sera désormais bien inférieure à la moyenne nationale. La limite de cette approche est qu'en cas de démocratisation de celle-ci, la valorisation des séjours se réadaptera via les ENC.

Les points d'amélioration ciblés dans la pratique actuelle et les pistes potentielles développées précédemment peuvent permettre à l'activité de rythmologie interventionnelle de devenir une activité rentable pour un établissement de santé public comme le CHU de Nantes. Des études complémentaires après mise en place de ces éventuelles nouvelles stratégies devront être menées pour vérifier l'accomplissement de cet objectif.

# BIBLIOGRAPHIE

1. Haute Autorité de Santé. Fibrillation Auriculaire [Internet]. 2014. Disponible via : [http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/liste\\_ald\\_5\\_fibrillation\\_auriculaire.pdf](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/liste_ald_5_fibrillation_auriculaire.pdf)
2. Rajala S, Haavisto M, Kaltiala K, Mattila K. ECG findings and survival in very old people. *Eur Heart J*. 1985 Mar;6(3):247–52.
3. Granada J, Uribe W, Chyou PH, Maassen K, Vierkant R, Smith PN, et al. Incidence and predictors of atrial flutter in the general population. *J Am Coll Cardiol*. 2000 Dec;36(7):2242–6.
4. Trost O, Trouilloud P, Viard B. Introduction à l'anatomie. Paris: Ellipses; 2013.
5. Lacroix D, Collège national des enseignants de cardiologie (France), Société française de cardiologie. *Cardiologie*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier-Masson; 2010.
6. Université médicale virtuelle francophone [Internet]. [Consulté le 11/05/2014]. Disponible via: <http://umvf.univ-nantes.fr/>
7. Fornes P. Histologie et cytologie du cœur normal et pathologique. *EMC - Cardiol*. 2006 Jan;1(2):1–13.
8. L'assistant ECG [Internet]. Inhalothérapie. [Consulté le 11/05/2014]. Disponible via : <http://www.inhalotherapie.com/ECG/index.php>
9. Alché E-P d'. Comprendre la physiologie cardiovasculaire. Paris: Médecine-Sciences Flammarion; 2008.
10. Coulombe A, Deroubaix E, Coraboeuf E. Mécanismes ioniques des altérations de la repolarisation cardiaque dans les cardiopathies [Internet]. 1999 [Consulté le 26 Janvier 2014]; Disponible via: <http://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/1346>
11. Pellerin D. Électrocardiogramme normal. *EMC - Cardiol* [Internet]. 1996 [Consulté le 15 Juillet 2014]; Disponible via: <http://www.em-consulte.com/article/3656/electrocardiogramme-normal>
12. Lacolley P. Biologie et pathologie du coeur et des vaisseaux. John Libbey Eurotext; 2007. 1396 p.
13. Chassot P, Pierrel N. Précis d'anesthésie cardiaque [Internet]. 2011. [Consulté le 22 Avril 2014]; Disponible via: <http://www.precisdanesthesiecardiaque.ch/>
14. Brembilla-Perrot B. Fibrillation auriculaire. *EMC - Cardiol*. 2011 Jan;6(1):1–13.
15. Hatem S. Électrophysiologie de la fibrillation atriale. *Arch Cardiovasc Dis Suppl*. 2013 Jun;5(2):119–24.

16. Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med*. 1998 Sep 3;339(10):659–66.
17. Kannel WB, Wolf PA, Benjamin EJ, Levy D. Prevalence, incidence, prognosis, and predisposing conditions for atrial fibrillation: population-based estimates. *Am J Cardiol*. 1998 Oct 16;82(8A):2N – 9N.
18. Onundarson PT, Thorgeirsson G, Jonmundsson E, Sigfusson N, Hardarson T. Chronic atrial fibrillation--epidemiologic features and 14 year follow-up: a case control study. *Eur Heart J*. 1987 May;8(5):521–7.
19. Lake FR, Cullen KJ, de Klerk NH, McCall MG, Rosman DL. Atrial fibrillation and mortality in an elderly population. *Aust N Z J Med*. 1989 Aug;19(4):321–6.
20. European Heart Rhythm Association, European Association for Cardio-Thoracic Surgery, Camm AJ, Kirchhof P, Lip GYH, Schotten U, et al. Guidelines for the management of atrial fibrillation: the Task Force for the Management of Atrial Fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2010 Oct;31(19):2369–429.
21. Wolf PA, Abbott RD, Kannel WB. Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: the Framingham Study. *Stroke J Cereb Circ*. 1991 Aug;22(8):983–8.
22. Miyasaka Y, Barnes ME, Gersh BJ, Cha SS, Bailey KR, Abhayaratna WP, et al. Secular trends in incidence of atrial fibrillation in Olmsted County, Minnesota, 1980 to 2000, and implications on the projections for future prevalence. *Circulation*. 2006 Jul 11;114(2):119–25.
23. Lévy S, Maarek M, Coumel P, Guize L, Lekieffre J, Medvedowsky JL, et al. Characterization of different subsets of atrial fibrillation in general practice in France: the ALFA study. The College of French Cardiologists. *Circulation*. 1999 Jun 15;99(23):3028–35.
24. Flutter atrial et tachycardies atriales non fluttériennes [Internet]. EM-Consulte. [Consulté le 31 Juillet 2014]. Disponible via: <http://www.em-consulte.com/article/3717/flutter-atrial-et-tachycardies-atriales-non-flutt>
25. Cosio FG, López-Gil M, Goicolea A, Arribas F, Barroso JL. Radiofrequency ablation of the inferior vena cava-tricuspid valve isthmus in common atrial flutter. *Am J Cardiol*. 1993 Mar 15;71(8):705–9.
26. Shea J. Catheter ablation of supraventricular and ventricular arrhythmias [Internet]. Brigham and Women's Hospitals. [Consulté le 11 Septembre 2014]. Disponible via : [http://www.brighamandwomens.org/Departments\\_and\\_services/medicine/services/cvcenter/patient/catheterablation.aspx](http://www.brighamandwomens.org/Departments_and_services/medicine/services/cvcenter/patient/catheterablation.aspx)
27. Magnin-Poull I, De Chillou C, Miljoen H, Andronache M, Aliot E. Mechanisms of right atrial tachycardia occurring late after surgical closure of atrial septal defects. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2005 Jul;16(7):681–7.

28. Brembilla-Perrot B. Tachycardie de la jonction auriculoventriculaire. *EMC - Cardiol.* 2010 Jan;5(4):1–12.
29. Barold SS, Fracp MB, Coumel P. Mechanisms of atrioventricular junctional tachycardia. Role of reentry and concealed accessory bypass tracts. *Am J Cardiol.* 1977 Jan;39(1):97–106.
30. Wang YS, Scheinman MM, Chien WW, Cohen TJ, Lesh MD, Griffin JC. Patients with supraventricular tachycardia presenting with aborted sudden death: incidence, mechanism and long-term follow-up. *J Am Coll Cardiol.* 1991 Dec;18(7):1711–9.
31. Orejarena LA, Vidaillet H, DeStefano F, Nordstrom DL, Vierkant RA, Smith PN, et al. Paroxysmal supraventricular tachycardia in the general population. *J Am Coll Cardiol.* 1998 Jan;31(1):150–7.
32. Babuty D, Pierre B, Grimard C, Zannad N, Marie O, Fauchier L. Extrasystoles auriculaires, jonctionnelles et ventriculaires. *EMC - Cardiol.* 2010 Jan;5(2):1–16.
33. Haute Autorité de Santé. Troubles du rythme ventriculaire graves chroniques [Internet]. 2010. Disponible via: [http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-09/ald\\_5\\_gm\\_troubles\\_du\\_rythme\\_web.pdf](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-09/ald_5_gm_troubles_du_rythme_web.pdf)
34. Developed in collaboration with, European Heart Rhythm Association (EHRA), Heart Failure Association (HFA), and Heart Rhythm Society (HRS), Endorsed by the following societies, European Society of Emergency Medicine (EuSEM), et al. Guidelines for the diagnosis and management of syncope (version 2009): The Task Force for the Diagnosis and Management of Syncope of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2009 Nov 1;30(21):2631–71.
35. Gal B, Lacroix D, Brigadeau F. Exploration électrophysiologique. *EMC - Cardiol.* 2009 Jan;4(1):1–13.
36. Shpun S, Gepstein L, Hayam G, Ben-Haim SA. Guidance of radiofrequency endocardial ablation with real-time three-dimensional magnetic navigation system. *Circulation.* 1997 Sep 16;96(6):2016–21.
37. Bhakta D, Miller JM. Principles of electroanatomic mapping. *Indian Pacing Electrophysiol J.* 2008;8(1):32–50.
38. Vaughan Williams EM. A classification of antiarrhythmic actions reassessed after a decade of new drugs. *J Clin Pharmacol.* 1984 Apr;24(4):129–47.
39. Défibrillateur automatique implantable [Internet]. *Heart Failure Matters.* [Consulté le 11 Septembre 2014]. Disponible via: [http://www.heartfailurematters.org/fr\\_FR/](http://www.heartfailurematters.org/fr_FR/)
40. Cushing H. Electro-surgery as an aid to the removal of intracranial tumors. *Surg Gynecol Obstet.* 1928;45:751–8.
41. Lavergne T, Guize L, Le Heuzey JY, Carcone P, Geslin J, Cousin MT. Closed-chest atrioventricular junction ablation by high-frequency energy transcatheter desiccation. *Lancet.* 1986 Oct 11;2(8511):858–9.

42. Haines DE. The biophysics of radiofrequency catheter ablation in the heart: the importance of temperature monitoring. *Pacing Clin Electrophysiol PACE*. 1993 Mar;16(3 Pt 2):586–91.
43. Nath S, DiMarco JP, Mounsey JP, Lobban JH, Haines DE. Correlation of temperature and pathophysiological effect during radiofrequency catheter ablation of the AV junction. *Circulation*. 1995 Sep 1;92(5):1188–92.
44. Electrophysiology Professional Lab Digest [Internet]. [Consulté le 31 Juillet 2014]. Disponible via: <http://www.eplabdigest.com>
45. Philip V, Fresselinat A. « Atelier Fibrillation auriculaire ». In : Journées Euro-Pharmat. 2011.
46. Fresselinat A, Philip V, Morlet B. La fibrillation atriale. *Monit Hosp*. 2013;(8):31–41.
47. Hocini M, Haïssaguerre M, Shah D, Jaïs P, Peng JT, Yamane T, et al. Multiple sources initiating atrial fibrillation from a single pulmonary vein identified by a circumferential catheter. *Pacing Clin Electrophysiol PACE*. 2000 Nov;23(11 Pt 2):1828–31.
48. Stabile G, Bertaglia E, Senatore G, De Simone A, Zoppo F, Donnici G, et al. Catheter ablation treatment in patients with drug-refractory atrial fibrillation: a prospective, multi-centre, randomized, controlled study (Catheter Ablation For The Cure Of Atrial Fibrillation Study). *Eur Heart J*. 2006 Jan;27(2):216–21.
49. Camm AJ, Lip GYH, De Caterina R, Savelieva I, Atar D, Hohnloser SH, et al. 2012 focused update of the ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation: an update of the 2010 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation. Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association. *Eur Heart J*. 2012 Nov;33(21):2719–47.
50. Blomström-Lundqvist C, Scheinman MM, Aliot EM, Alpert JS, Calkins H, Camm AJ, et al. ACC/AHA/ESC guidelines for the management of patients with supraventricular arrhythmias--executive summary. a report of the American college of cardiology/American heart association task force on practice guidelines and the European society of cardiology committee for practice guidelines (writing committee to develop guidelines for the management of patients with supraventricular arrhythmias) developed in collaboration with NASPE-Heart Rhythm Society. *J Am Coll Cardiol*. 2003 Oct 15;42(8):1493–531.
51. Al PP et. Extrasystoles ventriculaires idiopathiques de la chambre de chasse : évaluation, pronostic et prise en charge. *Cardiologie*. 2010 Jun 2;Volume 251(21):1140–5.
52. Andrade JG, Khairy P, Guerra PG, Deyell MW, Rivard L, Macle L, et al. Efficacy and safety of cryoballoon ablation for atrial fibrillation: a systematic review of published studies. *Heart Rhythm Off J Heart Rhythm Soc*. 2011 Sep;8(9):1444–51.
53. Fagon J-Y, Moïsson J-C, Garrigues B. Evaluation de la T2A, Rapport de la Fédération Hospitalière de France [Internet]. 2013. Disponible via: <http://fichiers.fhf.fr/documents/Rapport-finances-04juin.pdf>

54. Loi n°83-25 du 19 janvier 1983 portant diverses mesures relatives à la sécurité sociale. 83-25 Jan 19, 1983.
55. Ministère des affaires sociales et de la santé. Charte de la personne hospitalisée. 2006.
56. Code de la sécurité sociale. - Article D162-6. Code de la sécurité sociale.
57. Cots F, Chiarello P, Salvador X, Quentin W. DRG-based hospital payment: Intended and unintended consequences. *Diagn-Relat Groups Eur Mov Transpar Effic Qual Hosp Open Univ Press Maidenhead*. 2011;75–92.
58. Or Z, Bonastre J, Journeau F, Nestrigue C. Activité, productivité et qualité des soins des hôpitaux avant et après la T2A [Internet]. 2013 [Consulté le 17 Jan 2014]. Disponible via:  
<http://www.irdes.fr/EspaceRecherche/DocumentsDeTravail/DT56SoinsHospitaliersT2A.pdf>
59. Newhouse JP. Reimbursing for health care services. *Économie PubliquePublic Econ* [Internet]. 2004 [Consulté le 17 Jan 2014]. Disponible via:  
<http://economiepublique.revues.org/259>
60. Silverman E, Skinner J. Medicare upcoding and hospital ownership. *J Health Econ*. 2004 Mar;23(2):369–89.
61. Arrêté du 22 février 2008 relatif au recueil et au traitement des données d'activité médicale et des données de facturation correspondantes, produites par les établissements de santé publics ou privés ayant une activité en médecine, chirurgie, obstétrique et odontologie, et à la transmission d'informations issues de ce traitement dans les conditions définies à l'article L. 6113-8 du code de la santé publique. Jan 5, 2014.
62. Code de la santé publique - Article L6113-8. Code de la santé publique Jan 5, 2014.
63. Organisation mondiale de la santé. Classification internationale des maladies ; Dixième version. 1994.
64. CCAM. Classification commune des actes médicaux ; Trente-deuxième version. 2013.
65. Ministère des affaires sociales et de la santé. Manuel des groupes homogènes de malades ; 11ème version de la classification, 3ème révision. 2012.
66. Arrêté du 22 février 2013 fixant pour l'année 2013 les éléments tarifaires mentionnés aux I et IV de l'article L. 162-22-10 du code de la sécurité sociale et aux IV et V de l'article 33 modifié de la loi de financement de la sécurité sociale pour 2004.
67. Moisdon J-C. Etude Nationale de Coûts, apports et limites. *Revue Hospitalière de France*. 2009.
68. Agence Technique de l'Information sur l'Hospitalisation. Etudes nationales de Coûts de 2006 à 2012 pour les EPS et les ESPIC [Internet]. [Consulté le 15 Aout 2014]; Disponible via: <http://www.atih.sante.fr/>

69. Collège Nationale des Cardiologues des Hopitaux. Livre blanc du CNCH [Internet]. 2012. [Consulté le 15 Juillet 2014]; Disponible via: <http://www.cnch.eu/Media/2013/07/Livreblanc.pdf>
70. Code de la sécurité sociale. - Article L162-22-7. Code de la sécurité sociale. Jan 5, 2014.
71. Haute Autorité de Santé. Choix méthodologiques pour l'évaluation économique à la HAS. 2011 Oct;
72. Collège des économistes de la santé. Guide méthodologique pour l'évaluation économique des stratégies de santé. 2003; Disponible via: <http://www.cocof.irisnet.be/docutheque/sante/reseaux-sante/Guidemethodologiquepourlvaluationconomiquedesstratgiesdesant.pdf>
73. Morlet B. traitement de la fibrillation auriculaire par catheterisme : Evaluation du coût du séjour de primo-ablation de FA au CHU de Bordeaux. Toulouse III; 2012.
74. Khaykin Y, Morillo CA, Skanes AC, Mccracken A, Humphries K, Kerr CR. Cost Comparison of Catheter Ablation and Medical Therapy in Atrial Fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2007 Sep 1;18(9):907–13.
75. McKenna C, Palmer S, Rodgers M, Chambers D, Hawkins N, Golder S, et al. Cost-effectiveness of radiofrequency catheter ablation for the treatment of atrial fibrillation in the United Kingdom. *Heart Br Card Soc*. 2009 Apr;95(7):542–9.
76. Kim MH, Lin J, Kreilick C, Boklage SHF. Total costs and atrial fibrillation ablation success or failure in medicare-aged patients in the United States. *Adv Ther*. 2010 Sep 1;27(9):600–12.
77. Breugel NH van, Bidar E, Essers BA, Nieman FH, Accord RE, Severens JL, et al. Cost-effectiveness of ablation surgery in patients with atrial fibrillation undergoing cardiac surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2011 Mar 1;12(3):394–8.
78. Noro M, Kujime S, Ito N, Enomoto Y, Nakamura K, Sakai T, et al. Cost effectiveness of radiofrequency catheter ablation vs. medical treatment for atrial fibrillation in Japan. - Cost performance for atrial fibrillation-. *Circ J Off J Jpn Circ Soc*. 2011;75(8):1860–6.
79. Ladapo JA, David G, Gunnarsson CL, Hao SC, White SA, March JL, et al. Healthcare Utilization and Expenditures in Patients with Atrial Fibrillation Treated with Catheter Ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2012 Jan;23(1):1–8.
80. Blackhouse G, Assasi N, Xie F, Gaebel K, Campbell K, Healey JS, et al. Cost-effectiveness of catheter ablation for rhythm control of atrial fibrillation. *Int J Vasc Med*. 2013;2013:262809.
81. Van Brabandt H, Neyt M, Devos C. Effectiveness of catheter ablation of atrial fibrillation in Belgian practice: a cohort analysis on administrative data. *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol*. 2013 May;15(5):663–8.



82. Pokorney SD, Hammill BG, Qualls LG, Steinberg BA, Curtis LH, Piccini JP. Cost analysis of periprocedural imaging in patients undergoing catheter ablation for atrial fibrillation. *Am J Cardiol.* 2014 Jul 15;114(2):266–71.
83. Winkle RA, Mead RH, Engel G, Kong MH, Patrawala RA. Physician-controlled costs: the choice of equipment used for atrial fibrillation ablation. *J Interv Card Electrophysiol Int J Arrhythm Pacing.* 2013 Mar;36(2):157–65.
84. Nault I, Miyazaki S, Forclaz A, Wright M, Jadidi A, Jaïs P, et al. Drugs vs. ablation for the treatment of atrial fibrillation : the evidence supporting catheter. *Eur Heart J.* 2010 Mar;75(8):1046–54.
85. Reynolds MR, Zimetbaum P, Josephson M, Ellis E, Danilov T, Cohen D. Cost-Effectiveness of Radiofrequency ablation compared with antiarrhythmic drug therapy for paroxysmal atrial fibrillation. *Circ Arrhythmia Electrophysiol.* 2009 Aug;2(4):362–9.
86. Packer DL, Kowal RC, Wheelan KR, Irwin JM, Champagne J, Guerra PG, et al. Reply: CryoBalloon ablation: first results of North American STOP AF pivotal trial. *J Am Coll Cardiol.* 2013 Oct 1;62(14):1307–8.

# LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Coûts moyens extraits des ENCC de 2006 à 2012 .....	- 131 -
ANNEXE 2 : Sous-populations de l'étude et actes de la CCAM associés .....	- 132 -
ANNEXE 3 : Liste des dispositifs médicaux .....	- 133 -
ANNEXE 4 : Détails des coûts d'hospitalisation et rentabilités par épisode.....	- 134 -
ANNEXE 5 : Configuration et coûts associés par étapes d'ablation et en fonction du flutter .....	- 137 -

# ANNEXE 1 : Coûts moyens extraits des ENCC de 2006 à 2012

	ENC 2012				ENC 2011				ENC 2010				ENC 2009			
	Nombre séjours	Taux de sondage	Cout Moyen	Erreur relative (%)	Nombre séjours	Taux de sondage	Cout Moyen	Erreur relative (%)	Nombre séjours	Taux de sondage	Cout Moyen	Erreur relative (%)	Nombre séjours	Taux de sondage	Cout Moyen	Erreur relative (%)
05K101	20274	26,71%	2145	0,05	23972	32,38%	2160	6,42	19795	2861,58%	2003	7,41	16485	23,85%	2036	8,29
05K102	3540	26,88%	4994	0,04	4194	34,27%	5044	5,07	4058	27,80%	4813	5,53	3074	22,72%	4656	7,46
05K103	1047	26,06%	9162	0,04	1082	32,60%	9113	3,70	779	25,70%	9305	3,29	681	24,47%	9037	4,82
05K104	252	24,66%	17953	0,04	320	31,81%	15884	6,27	208	28,18%	19002	5,97	131	24,39%	17451	8,18
05K10J	2448	20,16%	1461	0,12	2925	28,05%	1378	13,58	1934	22,56%	1295	32,90	2156	27,70%	1112	40,63
05K191	1789	50,87%	6837	0,13	1814	65,16%	7540	13,80	1232	61,66%	7223	16,87	866	48,54%	4943	19,93
05K192	305	38,71%	8257	0,09	370	58,18%	9037	10,06	471	62,72%	8421	14,24	203	47,43%	5741	33,92
05K193	51	57,30%	11510	0,14	48	51,06%	12095	15,64	95	58,28%	10298	0,17	39	41,05%	8262	51,87
05K194	9	30,00%	21146	NC	7	38,89%	21933	NC	5	55,56%	19787	NC	3	37,50%	16862	NC
05K201	2972	33,04%	2905	0,09	3138	38,55%	3002	12,52	2521	32,71%	2881	9,45	2176	28,78%	2905	9,36
05K202	329	26,84%	5605	0,07	389	33,48%	5602	8,75	283	27,94%	5424	7,24	181	22,91%	5007	5,59
05K203	98	26,78%	9174	0,08	101	32,27%	10186	5,86	91	28,89%	9714	5,20	56	26,05%	8721	5,36
05K204	24	24,49%	16854	NC	26	29,21%	18471	NC	22	37,93%	18665	NC	9	22,50%	17798	NC

	ENC 2008				ENC 2007				ENC 2006			
	Nombre séjours	Taux de sondage	Cout Moyen	Erreur relative (%)	Nombre séjours	Taux de sondage	Cout Moyen	Erreur relative (%)	Nombre séjours	Taux de sondage	Cout Moyen	Erreur relative (%)
05K101	16731	24,16%	1834	8,88	13009	19,39%	1719	8,23	10223	13,77%	4381	8,63
05K102	3003	23,94%	4690	7,58	2032	19,08%	4381	6,12	2731	12,49%	6973	6,24
05K103	479	23,16%	8776	5,14	523	16,96%	7192	4,46	651	10,14%	11142	3,48
05K104	89	23,99%	15760	5,97	137	17,47%	11926	4,54	4519	11,48%	1393	5,96
05K10J	1680	26,72%	1088	42,53	1114	21,01%	999	45,41	7285	15,70%	2858	15,96
05K111	2975	32,87%	3258	14,56	1722	0,2178919	2653,02	7,56	790	0,16075949	5384,48	11,75
05K112	232	26,85%	5905	7,21	195	0,2054795	4925,41	4,97	146	0,15068493	7280,09	42,39
05K113	49	25,52%	9287	17,16	25	0,1269036	8027,93	NC	21	0,19047619	12030,23	NC
05K114	13	35,14%	16461	NC	11	0,2820513	13405,37	NC	455	0,2989011	1794,06	39,36

## ANNEXE 2 : Sous-populations de l'étude et actes de la CCAM associés

Groupe	Actes
EEP	<p><b>DEQF001, DEQF002, DEQF003, DEQF004</b> ou <b>DEQF005</b> +</p> <p>Absence d'actes d'interruption de voie cardionectrice ou de destruction d'un foyer arythmogène.</p>
FA	<p><b>DEPF033</b> : Interruption complète de circuit arythmogène au niveau de l'ostium des veines pulmonaires avec courant de radiofréquence, par voie veineuse transcutanée et voie transeptale.</p>
F	<p><b>DEPF012</b> : Interruption complète de circuit arythmogène au niveau de l'isthme cavotricuspidien avec courant de radiofréquence, par voie veineuse transcutanée.</p> <p><b>DEPF014</b> : Interruption complète de circuit arythmogène en dehors de l'isthme cavotricuspidien avec courant de radiofréquence, par voie veineuse transcutanée et voie transeptale.</p> <p><b>DEPF025</b> : Interruption complète de circuit arythmogène en dehors de l'isthme cavotricuspidien avec courant de radiofréquence, par voie veineuse transcutanée.</p>
TJ	<p><b>DEPF010</b> : Interruption de la voie lente ou de la voie rapide de la jonction atrioventriculaire avec courant de radiofréquence, par voie veineuse transcutanée.</p> <p><b>DEPF004</b> : Interruption complète de plusieurs voies accessoires de conduction cardiaque avec courant de radiofréquence, par voie vasculaire transcutanée.</p> <p><b>DEPF005</b> : Interruption complète d'une voie accessoire de conduction cardiaque avec courant de radiofréquence, par voie vasculaire transcutanée.</p>
TRV	<p><b>DENF015</b> : Destruction d'un foyer ou interruption d'un circuit arythmogène ventriculaire avec courant de radiofréquence, par voie vasculaire transcutanée.</p> <p><b>DENF035</b> : Destruction de plusieurs foyers et/ou interruption de plusieurs circuits arythmogènes ventriculaires avec courant de radiofréquence, par voie vasculaire transcutanée.</p>

## ANNEXE 3 : Liste des dispositifs médicaux

Dénomination	Nom commercial	Cout unitaire TTC (en €)
<b>Cathéters d'électrophysiologie</b>		
Cathéters diagnostiques 4 pôles	MULTICATH ®	72
Cathéters diagnostiques 20 pôles	VIACATH ® WOVEN ®	466
Cathéters diagnostiques orientables 4 pôles	XTREM ®	161
Cathéters de stimulation temporaire	-	144
<b>Dispositifs pour cartographie</b>		
Cathéters Lasso fixes	LASSO ®	1017
Cathéters Lasso variables 15-25 mm	LASSO NAV ® REFLEXION SPIRAL ®	1316
Cathéters de cartographie intracardiaque	PENTARAY ®	1316
Patches	CARTO ®	658
<b>Cathéters d'ablation par Radiofréquence</b>		
Cathéters d'ablation 8mm	CELSIUS DS ® EZ STEER DS ®	466
Cathéters d'ablation 4mm irrigués	CELSIUS THERMOCOOL ® EZ STEER THERMOCOOL ®	933
Cathéters d'ablation 4mm	LIVEWIRE ®	395
Cathéters d'ablation 4mm irrigués adaptés pour système Carto®	NAVISTAR THERMOCOOL ® EZ STEER THERMOCOOL ® NAV	1734
Cathéters d'ablation 4mm irrigués	THERMOCOOL ®	1076
Cathéters d'ablation 4mm irrigués avec système de contact	SMARTOUCH THERMOCOOL ®	2021
<b>Dispositifs pour Cryoablation</b>		
Désilet 14F	-	60
Cryoballon	ARCTIC FRONT ADVANCE ®	2811
Cathéters de cartographie intracardiaque	ACHIEVE ®	837
<b>Dispositifs pour abord transeptal</b>		
Aiguilles transeptales	-	155*
Introduceurs et gaines transeptales	FASTCATH ®	173
Gaines transeptales orientables	AGILIS ®	1076
Gaines transeptales orientables pour cryoballon	FLEXCATH ®	359
<b>Dispositifs pour radioprotection</b>		
Housse de radioprotection	CATHPAX ®	29

\* Une aiguille est offerte à chaque procédure de cryoablation

# ANNEXE 4 : Détails des coûts d'hospitalisation et rentabilités par épisode

N° Acte	Groupe	SIM				ENCC							Etude				
		GHM	DS	Tarif GHS	Recette réelle	DMS	Coût Ventilable	Coût Ventilé	Anesthésie	Locaux	Personnel	Autres	DM	SP	Coût d'Hospitalisation	Part du DM	Rentabilité
1	TJ	05K201	6	2320,27	2320,27	2,8	1265	2711	0	103	607	113	682	7,3	4223	16,16%	-1903
2	FA	05K192	4	10297,45	10297,45	5,8	2783	1919	0	249	1353	477	4640	11,4	8650	53,64%	1648
3	F	05K192	4	10297,45	11107,03	5,8	2783	1919	0	249	1353	477	3586	11,4	7595	47,21%	3512
4	F	05K201	3	2320,27	3534,64	2,8	1265	1355	0	103	607	113	754	7,3	2940	25,65%	595
5	FA	05K192	7	10297,45	12726,19	5,8	2783	3359	0	249	1353	477	5501	11,4	10950	50,24%	1776
6	F	05K201	2	2320,27	2725,06	2,8	1265	904	0	103	607	113	1368	7,3	3102	44,10%	-377
7	TJ	05K201	2	2320,27	2725,06	2,8	1265	904	0	103	607	113	782	7,3	2516	31,08%	209
8	F	05K201	2	2320,27	2320,27	2,8	1265	904	0	103	607	113	782	7,3	2516	31,08%	-195
9	FA	05K192	5	10297,45	11511,82	5,8	2783	2399	0	249	1353	477	5029	11,4	9518	52,83%	1993
10	TJ	05K201	2	2320,27	2725,06	2,8	1265	904	0	103	607	113	1033	7,3	2767	37,34%	-42
11	TRV	05K201	2	2320,27	2725,06	2,8	1265	904	0	103	607	113	2809	7,3	4543	61,83%	-1818
12	Autres	05K202	5	3961,5	3961,5	7,7	3402	2209	0	129	727	244	450	7,3	3766	11,95%	195
13	FA	05K191	4	6040,22	6040,22	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	5376	11,4	9268	58,00%	-3228
14	FA	05K191	4	6040,22	6849,8	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4957	11,4	8850	56,02%	-2000
15	EEP	05K101	2	1534,14	1534,14	2,6	1188	914	0	78	343	134	315	5,7	1790	17,62%	-256
16	TRV	05K193	14	13934,63	14339,38	10,6	5661	7477	0	241	1466	503	4284	11,4	13982	30,64%	357
17	FA	05K191	4	6040,22	6849,8	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4132	11,4	8024	51,49%	-1174
18	F	05K201	4	2320,27	2320,27	2,8	1265	1807	0	103	607	113	593	7,3	3231	18,37%	-911
19	FA	05K191	4	6040,22	6849,8	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4132	11,4	8024	51,49%	-1174
20	TRV	05K201	2	2320,27	2725,06	2,8	1265	904	0	103	607	113	2809	7,3	4543	61,83%	-1818
21	F	05K201	2	2320,27	2725,06	2,8	1265	904	0	103	607	113	710	7,3	2444	29,06%	281
22	F	05K201	3	2320,27	3188,7	2,8	1265	1355	0	103	607	113	2923	7,3	5108	57,21%	-1920
23	TJ	05K201	2	2320,27	2320,27	2,8	1265	904	0	103	607	113	782	7,3	2516	31,08%	-195
24	F	05K201	5	2320,27	4402,95	2,8	1265	2259	0	103	607	113	710	7,3	3799	18,69%	604
25	TJ	05K201	2	2320,27	2320,27	2,8	1265	904	0	103	607	113	710	7,3	2444	29,06%	-124
26	FA	05K191	4	6040,22	6849,8	3,9	1951	2001	373	229	1334	317	4114	11,4	8379	49,10%	-1530
27	TJ	05K201	2	2320,27	2725,06	2,8	1265	904	0	103	607	113	782	7,3	2516	31,08%	209
28	EEP	05K101	1	1269,72	1269,72	1	744	744	0	68	305	75	288	3	1483	19,41%	-213
29	EEP	01M12T	1	577,98	577,98	1	369	369	0	20	34	252	199	3	877	22,67%	-299
30	F	05K201	2	2379,2	2379,2	2,8	1265	904	0	103	607	113	682	7,3	2416	28,24%	-37
31	F	05K201	2	2379,2	2783,95	2,8	1265	904	0	103	607	113	593	7,3	2327	25,50%	457
32	EEP	01M12T	1	577,98	577,98	1	369	369	0	20	34	252	199	3	877	22,67%	-299
33	FA	05K192	4	10312,44	10312,44	5,8	2783	1919	0	249	1353	477	4645	11,4	8655	53,67%	1657
34	FA	05K192	4	10312,44	11121,94	5,8	2783	1919	0	249	1353	477	4491	11,4	8500	52,83%	2622
35	FA	05K193	14	13934,63	16767,88	10,6	5661	7477	0	241	1466	503	4491	11,4	14189	31,65%	2579
36	TJ	05K201	2	2379,2	3188,7	2,8	1265	904	0	103	607	113	1412	7,3	3146	44,88%	43
37	FA	05K191	4	6049,03	6049,03	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4772	11,4	8664	55,07%	-2615
38	FA	05K191	4	6049,03	6049,03	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4658	11,4	8551	54,48%	-2501
40	FA	05K191	4	6049,03	6049,03	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	5561	11,4	9454	58,83%	-3404
41	EEP	Autres	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	216	0	0	0,00%	0
42	Autres	Autres	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	450	0	0	0,00%	0
43	F	05K201	5	2023,75	4402,95	2,8	1265	2259	0	103	607	113	682	7,3	3772	18,09%	631
44	EEP	Autres	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	216	0	0	0,00%	0
45	FA	05K191	4	6049,03	6858,53	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4491	11,4	8383	53,57%	-1525
46	F	05K201	2	2379,2	2379,2	2,8	1265	904	0	103	607	113	856	7,3	2590	33,05%	-211
47	F	05K203	15	6703,61	12370,11	14,7	6351	6481	0	149	735	405	593	7,3	8438	7,03%	3932
48	F	05K202	6	3954,88	6383,62	7,7	3402	2651	0	129	727	244	682	7,3	4441	15,37%	1943
49	F	Autres	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	621	0	0	0,00%	0
50	F	05K201	2	2379,2	2725,06	2,8	1265	904	0	103	607	113	754	7,3	2488	30,31%	237

N° Acte	Groupe	SIM				ENCC							Etude				
		GHM	DS	Tarif GHS	Recette réelle	DMS	Coût Ventilable	Coût Ventilé	Anesthésie	Locaux	Personnel	Autres	DM	SP	Coût d'Hospitalisation	Part du DM	Rentabilité
51	FA	05K191	4	6049,03	6049,03	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4658	11,4	8551	54,48%	-2501
52	TJ	05K201	3	2379,2	3593,45	2,8	1265	1355	0	103	607	113	666	7,3	2852	23,35%	742
53	TJ	05K201	2	2379,2	2379,2	2,8	1265	904	0	103	607	113	710	7,3	2444	29,06%	-65
54	FA	05K191	5	6049,03	7263,28	3,9	1951	2501	0	229	1334	317	4640	11,4	9033	51,37%	-1770
55	TRV	05K192	6	10312,44	12740,94	5,8	2783	2879	0	249	1353	477	3695	11,4	8664	42,64%	4077
56	TJ	05K201	2	2379,2	2783,95	2,8	1265	904	0	103	607	113	2115	7,3	3849	54,96%	-1065
57	EEP	Autres	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	288	0	0	0,00%	0
58	TRV	05K191	2	6049,03	6049,03	3,9	1951	1001	0	229	1334	317	2707	11,4	5599	48,35%	450
59	EEP	01M12T	1	577,98	577,98	1	369	369	0	20	34	252	199	3	877	22,67%	-299
60	F	05K191	4	6049,03	6858,53	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	2480	11,4	6373	38,92%	486
61	FA	05K191	4	6049,03	6858,53	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4431	11,4	8323	53,23%	-1465
62	FA	05K191	3	6049,03	6049,03	3,9	1951	1501	0	229	1334	317	4920	11,4	8312	59,19%	-2263
63	TRV	05K191	2	6049,03	6858,53	3,9	1951	1001	0	229	1334	317	2547	11,4	5439	46,83%	1420
64	FA	05K192	5	10312,44	11526,69	5,8	2783	2399	0	249	1353	477	4454	11,4	8943	49,80%	2584
65	FA	05K191	5	6049,03	6049,03	3,9	1951	2501	0	229	1334	317	4275	11,4	8668	49,32%	-2619
66	F	05K203	19	6703,61	13989,11	14,7	6351	8209	0	149	735	699	723	86	10601	6,82%	3389
67	Autres	05K201	5	2379,2	3998,2	2,8	1265	2259	0	103	607	113	5530	7,3	8619	64,16%	-4621
68	EEP	01M12T	1	577,98	577,98	1	369	369	0	20	34	252	199	3	877	22,67%	-299
69	EEP	05K103	15	6188,55	6188,55	14,9	6652	6697	0	119	566	619	199	112	8311	2,39%	-2123
70	EEP	05K101	2	1536,41	1941,16	2,6	1188	914	0	78	343	134	387	5,7	1862	20,80%	79
71	FA	05K191	4	6049,03	6049,03	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4485	11,4	8377	53,53%	-2328
72	FA	05K191	3	6049,03	6858,53	3,9	1951	1501	0	229	1334	317	5657	11,4	9049	62,51%	-2190
73	TRV	05K201	2	2379,2	2783,95	2,8	1265	904	0	103	607	113	2834	7,3	4568	62,04%	-1784
74	FA	05K193	20	13934,63	21220,13	10,6	5661	10681	0	241	1466	503	4485	11,4	17387	25,79%	3833
75	F	05K201	5	2379,2	3593,45	2,8	1265	2259	0	103	607	113	621	7,3	3710	16,74%	-117
76	EEP	Autres	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	812	0	0	0,00%	0
77	FA	05K191	4	6049,03	6049,03	3,9	1951	2001	373	229	1334	317	4431	11,4	8696	50,95%	-2647
78	F	05K191	4	6049,03	6049,03	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	5848	11,4	9741	60,04%	-3692
79	EEP	01M12T	1	577,98	577,98	1	369	369	0	20	34	252	199	3	877	22,67%	-299
80	F	05K191	4	6049,03	6858,53	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4454	11,4	8346	53,36%	-1487
81	F	05K201	2	2379,2	2783,95	2,8	1265	904	0	103	607	113	754	7,3	2488	30,31%	296
82	EEP	05K101	3	1536,41	1536,41	2,6	1188	1371	0	78	343	134	288	5,7	2219	12,97%	-683
83	F	05K201	3	2379,2	2379,2	2,8	1265	1355	0	103	607	113	3389	7,3	5575	60,79%	-3196
84	EEP	05K101	2	1536,41	1941,16	2,6	1188	914	0	78	343	134	315	5,7	1790	17,62%	151
85	F	05K191	5	6049,03	7263,28	3,9	1951	2501	0	229	1334	317	4400	11,4	8792	50,04%	-1529
86	EEP	05K101	6	1536,41	1536,41	2,6	1188	2742	0	78	343	182	288	5,7	3638	7,91%	-2102
87	EEP	01M121	2	1831,23	1831,23	3,8	1505	792	0	20	34	252	199	3	1300	15,29%	531
88	TJ	05K201	2	2379,2	2379,2	2,8	1265	904	0	103	607	113	1886	7,3	3620	52,10%	-1241
89	TRV	Autres	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3079	0	0	0,00%	0
90	F	05K201	2	2379,2	2783,95	2,8	1265	904	0	103	607	113	1340	7,3	3074	43,60%	-290
91	F	05K201	6	2379,2	2379,2	2,8	1265	2711	0	103	607	113	593	7,3	4134	14,35%	-1755
92	TRV	05K191	2	6049,03	6858,53	3,9	1951	1001	0	229	1334	317	4269	11,4	7161	59,62%	-303
93	FA	05K191	4	6049,03	6049,03	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4257	11,4	8150	52,24%	-2101
94	Autres	05K193	7	13934,63	16363,13	10,6	5661	3738	0	241	1466	503	3252	11,4	9211	35,30%	7152
96	F	05K201	2	2379,2	2783,95	2,8	1265	904	0	103	607	113	710	7,3	2444	29,06%	340
97	F	05K201	2	2379,2	2783,95	2,8	1265	904	0	103	607	113	593	7,3	2327	25,50%	457
98	TJ	05K201	2	2379,2	2783,95	2,8	1265	904	0	103	607	113	1105	7,3	2839	38,92%	-55
99	F	05K201	2	2379,2	2379,2	2,8	1265	904	0	103	607	113	3136	7,3	4870	64,40%	-2491
100	F	05K201	2	2379,2	2783,95	2,8	1265	904	0	103	607	113	856	7,3	2590	33,05%	194

N° Acte	Groupe	SIM				ENCC							Etude				
		GHM	DS	Tarif GHS	Recette réelle	DMS	Coût Ventilable	Coût Ventilé	Anesthésie	Locaux	Personnel	Autres	DM	SP	Coût d'Hospitalisation	Part du DM	Rentabilité
103	TRV	05K191	4	6049,03	7668,03	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	2762	11,4	6654	41,51%	1014
104	FA	05K191	4	6049,03	6858,53	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	5142	11,4	9035	56,92%	-2176
105	FA	05K191	5	6049,03	7263,28	3,9	1951	2501	0	229	1334	317	4431	11,4	8824	50,22%	-1560
106	TRV	05K192	16	10312,44	16788,44	5,8	2783	7677	0	249	1353	477	2547	11,4	12314	20,68%	4474
107	TJ	05K201	2	2379,2	2379,2	2,8	1265	904	0	103	607	113	710	7,3	2444	29,06%	-65
108	EEP	Autres	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	288	0	0	0,00%	0
109	FA	05K191	4	6049,03	6049,03	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4457	11,4	8349	53,38%	-2300
110	EEP	05K101	3	1536,41	1536,41	2,6	1188	1371	0	78	343	134	315	5,7	2247	14,04%	-710
111	F	05K201	7	2379,2	2783,95	2,8	1265	3163	0	103	607	113	288	7,3	4281	6,72%	-1497
112	EEP	05K101	2	1536,41	1536,41	2,6	1188	914	0	78	343	134	315	5,7	1790	17,62%	-254
113	EEP	05K101	3	1536,41	1536,41	2,6	1188	1371	0	78	343	134	387	5,7	2319	16,70%	-782
114	TJ	05K201	2	2379,2	2783,95	2,8	1265	904	0	103	607	113	782	7,3	2516	31,08%	268
115	TJ	05K201	2	2379,2	2379,2	2,8	1265	904	0	103	607	113	1177	7,3	2910	40,43%	-531
116	F	05K201	2	2379,2	2783,95	2,8	1265	904	0	103	607	113	754	7,3	2488	30,31%	296
117	TRV	05K191	3	6049,03	7263,28	3,9	1951	1501	0	229	1334	317	2979	11,4	6372	46,76%	892
118	F	05K201	5	2379,2	3188,7	2,8	1265	2259	0	103	607	113	856	7,3	3945	21,69%	-756
119	FA	05K191	4	6049,03	6049,03	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4897	11,4	8790	55,72%	-2741
120	TRV	05K191	2	6049,03	6453,78	3,9	1951	1001	0	229	1334	317	2923	11,4	5815	50,26%	639
121	TRV	05K201	2	2379,2	3188,7	2,8	1265	904	0	103	607	113	2547	7,3	4281	59,49%	-1092
122	F	05K202	6	3961,5	3961,5	7,7	3402	2651	0	129	727	366	593	7,3	4474	13,27%	-512
123	FA	05K191	4	6049,03	6858,53	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4457	11,4	8349	53,38%	-1491
124	F	05K202	3	3961,5	3961,5	7,7	3402	1325	0	129	727	244	916	7,3	3349	27,36%	612
125	TJ	05K201	2	2379,2	2783,95	2,8	1265	904	0	103	607	113	754	7,3	2488	30,31%	296
126	FA	05K191	4	6049,03	6858,53	3,9	1951	2001	0	229	1334	317	4577	11,4	8469	54,04%	-1611
127	FA	05K191	5	6049,03	7263,28	3,9	1951	2501	0	229	1334	317	4485	11,4	8877	50,52%	-1614
128	FA	05K192	8	10312,44	10312,44	5,8	2783	3839	0	249	1353	477	4485	11,4	10414	43,07%	-101



## ANNEXE 5 : Configuration et coûts associés par étapes d'ablation et en fonction du flutter

Etape de l'ablation	Flutter Droit			Flutter Gauche		
	Options	Coût de l'option (en €)	Nombre	Options	Coût de l'option (en €)	Nombre
<b>Radioprotection</b>	Housse de radioprotection x 3	<b>87</b>	<b>11</b>	Housse de radioprotection x 3	<b>87</b>	<b>5</b>
	Housse de radioprotection x 2	<b>57,42</b>	<b>20</b>			
<b>Electrophysiologie</b>	Catheter diagnostic 4P x 1	<b>72</b>	<b>11</b>	Catheter diagnostic orientable 4P x 1	<b>161</b>	<b>3</b>
	Catheter diagnostic orientable 4P x 1	<b>161</b>	<b>13</b>	Catheter diagnostic 4P x 1 <b>et</b> Catheter diagnostic orientable 4P x 1	<b>233</b>	<b>1</b>
	Catheter diagnostic 4P x 1 <b>et</b> Catheter diagnostic orientable 4P x 1	<b>233</b>	<b>7</b>	Catheter diagnostic orientable 4P x 2	<b>322</b>	<b>1</b>
<b>Ablation</b>	Catheter d'ablation 4mm	<b>395</b>	<b>3</b>	Catheter d'ablation irrigué pour système Carto <sup>®</sup> x 1	<b>1734</b>	<b>2</b>
	Catheter d'ablation 8mm	<b>466</b>	<b>25</b>			
	Catheter d'ablation irrigué pour système Carto <sup>®</sup> x 1	<b>1734</b>	<b>1</b>	Catheter d'ablation irrigué avec système de contact x 1	<b>2021</b>	<b>3</b>
	Catheter d'ablation irrigué avec système de contact x 1	<b>2021</b>	<b>2</b>			
<b>Cartographie 3D</b>	Patchs x1	<b>658</b>	<b>4</b>	Patchs x1	<b>658</b>	<b>3</b>
	Patchs x1 <b>et</b> Catheter Lasso variable x1	<b>1974</b>	<b>1</b>	Patchs x1 <b>et</b> Catheter Lasso variable x1	<b>1974</b>	<b>2</b>
<b>Abord transseptal</b>	NC	NC	NC	Introduceur transseptal x 2 <b>et</b> Aiguille transseptale x 1	<b>501</b>	<b>2</b>
				Introduceur transseptal x 2 <b>et</b> Gaine transseptale orientable x 1 <b>et</b> Aiguille transseptale x 1	<b>1577</b>	<b>3</b>

---

**Nom – Prénoms :** PREVOST Nicolas Raymond Pierre

**Titre de la thèse :** La rythmologie interventionnelle : quelle rentabilité médico-économique pour l'hôpital public ?

---

**Résumé de la thèse :**

La rythmologie interventionnelle est la spécialité destinée à l'étude et l'ablation par cathétérisme intracardiaque de ces troubles et est la seule alternative curative dans leur prise en charge. Les dispositifs médicaux utilisés sont complexes et sont soumis à une innovation constante, ce qui en fait des produits coûteux. L'objectif de ce travail a été d'évaluer la rentabilité de l'ensemble de l'activité de rythmologie interventionnelle du CHU de Nantes, en comparant les coûts estimés des différents épisodes aux recettes effectives reçues par l'établissement. L'évaluation des coûts d'hospitalisation a été réalisée via la méthode de l'Etude Nationale des Coûts (ENC) réajustée. Les coûts variables ciblés ont été ceux des dispositifs médicaux, des spécialités pharmaceutiques et de l'anesthésie pour lesquels un recueil par microcosting a été réalisé pour chaque procédure pendant une période de trois mois. Les rentabilités moyenne par épisode et totale ont été évaluées respectivement à - 409 € et - 45769 €. Le coût des dispositifs médicaux est significativement plus élevé que le coût moyen calculé par l'ENC quelle que soit l'indication retenue. Un déficit de codage de suppléments de recette liés à la prise en charge de type Soins Intensifs a également été démontré. Ces deux facteurs sont les principaux éléments pouvant expliquer cette différence entre coûts et valorisation de ces séjours. A l'aide d'une analyse de sensibilité différents axes d'améliorations ont ensuite été étudiés pour potentiellement améliorer cette rentabilité.

---

**MOTS CLÉS :** Rythmologie, dispositifs médicaux, ablation, coûts

---

**JURY**

**PRESIDENT :** M. Gaël GRIMANDI, Professeur à l'UFR de Sciences Pharmaceutique de Nantes, Pharmacien Hospitalier au CHU de Nantes

**ASSESSEURS :** M. Bertrand DECAUDIN, Professeur à l'UFR de Pharmacie de Lille 2, Pharmacien Hospitalier au CHU de Lille  
M. Vincent GICQUEL, Pharmacien Hospitalier au CHU de Rennes  
M. Gilles LANDE, Praticien Hospitalier au CHU de Nantes  
M. Christophe LEUX, Praticien Hospitalier au CHU de Nantes

---

**Adresse de l'auteur :**

37 quai de Versailles - Batiment A - 44000 Nantes