



**HAL**  
open science

# Apports de l'évaluation de la fonction atriale gauche à l'échocardiographie chez les patients ayant une procédure d'ablation de fibrillation atriale par cryothérapie

Adrien Sanches

► **To cite this version:**

Adrien Sanches. Apports de l'évaluation de la fonction atriale gauche à l'échocardiographie chez les patients ayant une procédure d'ablation de fibrillation atriale par cryothérapie. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03428802

**HAL Id: dumas-03428802**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03428802>**

Submitted on 15 Nov 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**UFR DE SANTE DE ROUEN NORMANDIE**

**ANNEE 2021**

**N°**

**THESE POUR LE  
DOCTORAT EN MEDECINE**

(Diplôme d'Etat)

Par

**Adrien SANCHES**

Né le 5 Janvier 1993 à Colombes (92)

Présentée et soutenue publiquement le 21 octobre 2021

**APPORTS DE L'EVALUATION DE LA FONCTION ATRIALE GAUCHE A  
L'ECHOCARDIOGRAPHIE CHEZ LES PATIENTS AYANT UNE  
PROCEDURE D'ABLATION DE FIBRILLATION ATRIALE PAR  
CRYOTHERAPIE**

**Présidente du jury** : Madame le Professeur Hélène ELTCHANINOFF

**Directeur de thèse** : Monsieur le Docteur Adrian MIROLO

**Membres du jury** : Monsieur le Professeur Frédéric ANSELME

Monsieur le Professeur Eric DURAND

Madame le Docteur Julie BURDEAU

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021**

**U.F.R. SANTÉ DE ROUEN**

-----

DOYEN : **Professeur Benoît VEBER**

ASSESEURS : **Professeur Loïc FAVENNEC**  
**Professeur Agnès LIARD**  
**Professeur Guillaume SAVOYE**

|                     |
|---------------------|
| <b>I - MEDECINE</b> |
|---------------------|

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS**

|                                    |       |   |
|------------------------------------|-------|---|
| Mr Frédéric <b>ANSELME</b>         | HCN   | Cardiologie                                 |
| Mme Gisèle <b>APTER</b>            | Havre | Pédopsychiatrie                             |
| Mme Isabelle <b>AUQUIT AUCKBUR</b> | HCN   | Chirurgie plastique                         |
| Mr Jean-Marc <b>BASTE</b>          | HCN   | Chirurgie Thoracique                        |
| Mr Fabrice <b>BAUER</b>            | HCN   | Cardiologie                                 |
| Mme Soumeya <b>BEKRI</b>           | HCN   | Biochimie et biologie moléculaire           |
| Mr Ygal <b>BENHAMOU</b>            | HCN   | Médecine interne                            |
| Mr Jacques <b>BENICHOU</b>         | HCN   | Bio statistiques et informatique médicale   |
| Mr Olivier <b>BOYER</b>            | UFR   | Immunologie                                 |
| Mme Sophie <b>CANDON</b>           | HCN   | Immunologie                                 |
| Mr François <b>CARON</b>           | HCN   | Maladies infectieuses et tropicales         |
| Mr Philippe <b>CHASSAGNE</b>       | HCN   | Médecine interne (gériatrie)                |
| Mr Moïse <b>COEFFIER</b>           | HCN   | Nutrition                                   |
| Mr Vincent <b>COMPERE</b>          | HCN   | Anesthésiologie et réanimation chirurgicale |
| Mr Jean-Nicolas <b>CORNU</b>       | HCN   | Urologie                                    |
| Mr Antoine <b>CUVELIER</b>         | HB    | Pneumologie                                 |

|   |       |  |
|---|-------|--|
| Mr Jean-Nicolas <b>DACHER</b>               | HCN   | Radiologie et imagerie médicale                      |
| Mr Stéfan <b>DARMONI</b>                    | HCN   | Informatique médicale et techniques de communication |
| Mr Pierre <b>DECHELOTTE</b>                 | HCN   | Nutrition  |
| Mr Stéphane <b>DERREY</b>                   | HCN   | Neurochirurgie                                       |
| Mr Frédéric <b>DI FIORE</b>                 | CHB   | Cancérologie   |
| Mr Fabien <b>DOGUET</b>                     | HCN   | Chirurgie Cardio Vasculaire                          |
| Mr Jean <b>DOUCET</b>                       | SJ    | Thérapeutique - Médecine interne et gériatrie        |
| Mr Bernard <b>DUBRAY</b>                    | CHB   | Radiothérapie  |
| Mr Frank <b>DUJARDIN</b>                    | HCN   | Chirurgie orthopédique - Traumatologique             |
| Mr Fabrice <b>DUPARC</b>                    | HCN   | Anatomie - Chirurgie orthopédique et traumatologique |
| Mr Eric <b>DURAND</b>                       | HCN   | Cardiologie  |
| Mr Bertrand <b>DUREUIL</b>                  | HCN   | Anesthésiologie et réanimation chirurgicale          |
| Mme Hélène <b>ELTCHANINOFF</b>              | HCN   | Cardiologie  |
| Mr Manuel <b>ETIENNE</b>                    | HCN   | Maladies infectieuses et tropicales                  |
| Mr Thierry <b>FREBOURG</b>                  | UFR   | Génétique  |
| Mr Pierre <b>FREGER</b> ( <i>urnombre</i> ) | HCN   | Anatomie - Neurochirurgie                            |
| Mr Jean François <b>GEHANNO</b>             | HCN   | Médecine et santé au travail                         |
| Mr Emmanuel <b>GERARDIN</b>                 | HCN   | Imagerie médicale                                    |
| Mme Priscille <b>GERARDIN</b>               | HCN   | Pédopsychiatrie                                      |
| M. Guillaume <b>GOURCEROL</b>               | HCN   | Physiologie  |
| Mr Dominique <b>GUERROT</b>                 | HCN   | Néphrologie  |
| Mme Julie <b>GUEUDRY</b>                    | HCN   | Ophtalmologie  |
| Mr Olivier <b>GUILLIN</b>                   | HCN   | Psychiatrie Adultes                                  |
| Mr Claude <b>HOUDAYER</b>                   | HCN   | Génétique  |
| Mr Fabrice <b>JARDIN</b>                    | CHB   | Hématologie  |
| Mr Luc-Marie <b>JOLY</b>                    | HCN   | Médecine d'urgence                                   |
| Mr Pascal <b>JOLY</b>                       | HCN   | Dermato – Vénérologie                                |
| Mme Bouchra <b>LAMIA</b>                    | Havre | Pneumologie  |
| Mme Annie <b>LAQUERRIERE</b>                | HCN   | Anatomie et cytologie pathologiques                  |
| Mr Vincent <b>LAUDENBACH</b>                | HCN   | Anesthésie et réanimation chirurgicale               |
| Mr Hervé <b>LEFEBVRE</b>                    | HB    | Endocrinologie et maladies métaboliques              |
| Mr Thierry <b>LEQUERRE</b>                  | HCN   | Rhumatologie   |
| Mme Anne-Marie <b>LEROI</b>                 | HCN   | Physiologie  |
| Mr Hervé <b>LEVESQUE</b>                    | HCN   | Médecine interne                                     |

|  |     |   |
|--|-----|---|
| Mme Agnès <b>LIARD-ZMUDA</b>                             | HCN | Chirurgie Infantile                             |
| Mr Pierre Yves <b>LITZLER</b>                            | HCN | Chirurgie cardiaque                             |
| M. David <b>MALTETE</b>                                  | HCN | Neurologie                                      |
| Mr Christophe <b>MARGUET</b>                             | HCN | Pédiatrie                                       |
| Mme Isabelle <b>MARIE</b>                                | HCN | Médecine interne                                |
| Mr Jean-Paul <b>MARIE</b>                                | HCN | Oto-rhino-laryngologie                          |
| Mr Loïc <b>MARPEAU</b>                                   | HCN | Gynécologie - Obstétrique                       |
| Mr Stéphane <b>MARRET</b>                                | HCN | Pédiatrie                                       |
| Mme Véronique <b>MERLE</b>                               | HCN | Epidémiologie                                   |
| Mr Pierre <b>MICHEL</b>                                  | HCN | Hépto-gastro-entérologie                        |
| M. Benoit <b>MISSET</b> ( <i>détachement</i> )           | HCN | Réanimation Médicale                            |
| Mr Marc <b>MURAINÉ</b>                                   | HCN | Ophtalmologie                                   |
| Mr Christian <b>PFISTER</b>                              | HCN | Urologie  |
| Mr Jean-Christophe <b>PLANTIER</b>                       | HCN | Bactériologie - Virologie                       |
| Mr Didier <b>PLISSONNIER</b>                             | HCN | Chirurgie vasculaire                            |
| Mr Gaëtan <b>PREVOST</b>                                 | HCN | Endocrinologie                                  |
| Mr Jean-Christophe <b>RICHARD</b> ( <i>détachement</i> ) | HCN | Réanimation médicale - Médecine d'urgence       |
| Mr Vincent <b>RICHARD</b>                                | UFR | Pharmacologie                                   |
| Mme Nathalie <b>RIVES</b>                                | HCN | Biologie du développement et de la reproduction |
| Mr Horace <b>ROMAN</b> ( <i>détachement</i> )            | HCN | Gynécologie - Obstétrique                       |
| Mr Jean-Christophe <b>SABOURIN</b>                       | HCN | Anatomie – Pathologie                           |
| Mr Mathieu <b>SALAUN</b>                                 | HCN | Pneumologie                                     |
| Mr Guillaume <b>SAVOYE</b>                               | HCN | Hépto-gastrologie                               |
| Mme Céline <b>SAVOYE-COLLET</b>                          | HCN | Imagerie médicale                               |
| Mme Pascale <b>SCHNEIDER</b>                             | HCN | Pédiatrie                                       |
| Mr Lilian <b>SCHWARZ</b>                                 | HCN | Chirurgie Viscérale et Digestive                |
| Mr Michel <b>SCOTTE</b>                                  | HCN | Chirurgie digestive                             |
| Mme Fabienne <b>TAMION</b>                               | HCN | Thérapeutique                                   |
| Mr Luc <b>THIBERVILLE</b>                                | HCN | Pneumologie                                     |
| Mr Hervé <b>TILLY</b> ( <i>sumombre</i> )                | CHB | Hématologie et transfusion                      |
| M. Gilles <b>TOURNEL</b>                                 | HCN | Médecine Légale                                 |
| Mr Olivier <b>TROST</b>                                  | HCN | Anatomie -Chirurgie Maxillo-Faciale             |
| Mr Jean-Jacques <b>TUECH</b>                             | HCN | Chirurgie digestive                             |
| Mr Benoît <b>VEBER</b>                                   | HCN | Anesthésiologie - Réanimation chirurgicale      |

|                               |              |                                      |
|-------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| Mr Pierre <b>VERA</b>         | CHB          | Biophysique et traitement de l'image |
| Mr Eric <b>VERIN</b>          | Les Herbiers | Médecine Physique et de Réadaptation |
| Mr Eric <b>VERSPYCK</b>       | HCN          | Gynécologie obstétrique              |
| Mr Olivier <b>VITTECOQ</b>    | HC           | Rhumatologie                         |
| Mr David <b>WALLON</b>        | HCN          | Neurologie                           |
| Mme Marie-Laure <b>WELTER</b> | HCN          | Physiologie                          |

### MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

|  |     |                                     |
|--|-----|-------------------------------------|
| Mme Najate <b>ACHAMRAH</b>                     | HCN | Nutrition                           |
| Mme Elodie <b>ALESSANDRI-GRADT</b>             | HCN | Virologie                           |
| Mme Noëlle <b>BARBIER-FREBOURG</b>             | HCN | Bactériologie – Virologie           |
| Mr Emmanuel <b>BESNIER</b>                     | HCN | Anesthésiologie - Réanimation       |
| Mme Carole <b>BRASSE LAGNEL</b>                | HCN | Biochimie                           |
| Mme Valérie <b>BRIDOUX HUYBRECHTS</b>          | HCN | Chirurgie Vasculaire                |
| Mr Gérard <b>BUCHONNET</b>                     | HCN | Hématologie                         |
| Mme Mireille <b>CASTANET</b>                   | HCN | Pédiatrie                           |
| Mme Nathalie <b>CHASTAN</b>                    | HCN | Neurophysiologie                    |
| M. Vianney <b>GILARD</b>                       | HCN | Neurochirurgie                      |
| Mr Serge <b>JACQUOT</b>                        | UFR | Immunologie                         |
| Mr Joël <b>LADNER</b>                          | HCN | Epidémiologie, économie de la santé |
| Mr Jean-Baptiste <b>LATOUCHE</b>               | UFR | Biologie cellulaire                 |
| M. Florent <b>MARGUET</b>                      | HCN | Histologie                          |
| Mme Chloé <b>MELCHIOR</b>                      | HCN | Gastroentérologie                   |
| M. Sébastien <b>MIRANDA</b>                    | HCN | Chirurgie Vasculaire                |
| Mr Thomas <b>MOUREZ</b> ( <i>détachement</i> ) | HCN | Virologie                           |
| Mr Gaël <b>NICOLAS</b>                         | UFR | Génétique                           |
| Mme Muriel <b>QUILLARD</b>                     | HCN | Biochimie et biologie moléculaire   |
| Mme Laëtitia <b>ROLLIN</b>                     | HCN | Médecine du Travail                 |
| Mme Pascale <b>SAUGIER-VEBER</b>               | HCN | Génétique                           |
| M. Abdellah <b>TEBANI</b>                      | HCN | Biochimie et Biologie Moléculaire   |
| Mme Anne-Claire <b>TOBENAS-DUJARDIN</b>        | HCN | Anatomie                            |
| Mr Julien <b>WILS</b>                          | HCN | Pharmacologie                       |

**PROFESSEUR AGREGE OU CERTIFIE**

Mr Thierry **WABLE** UFR Communication

Mme Mélanie **AUVRAY-HAMEL** UFR Anglais

**ATTACHE TEMPORAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE à MI-TEMPS**

Mme Justine **SAULNIER** UFR Biologie

## II - PHARMACIE

### PROFESSEURS DES UNIVERSITES

|   |                      |
|---|----------------------|
| Mr Jérémy <b>BELLIEN</b> (PU-PH)                  | Pharmacologie        |
| Mr Thierry <b>BESSON</b>                          | Chimie Thérapeutique |
| Mr Jean <b>COSTENTIN</b> (Professeur émérite)     | Pharmacologie        |
| Mme Isabelle <b>DUBUS</b>                         | Biochimie            |
| Mr Abdelhakim <b>EL OMRI</b>                      | Pharmacognosie       |
| Mr François <b>ESTOUR</b>                         | Chimie Organique     |
| Mr Loïc <b>FAVENNEC</b> (PU-PH)                   | Parasitologie        |
| Mr Jean Pierre <b>GOULLE</b> (Professeur émérite) | Toxicologie          |
| Mme Christelle <b>MONTEIL</b>                     | Toxicologie          |
| Mme Martine <b>PESTEL-CARON</b> (PU-PH)           | Microbiologie        |
| Mr Rémi <b>VARIN</b> (PU-PH)                      | Pharmacie clinique   |
| Mr Jean-Marie <b>VAUGEOIS</b>                     | Pharmacologie        |
| Mr Philippe <b>VERITE</b>                         | Chimie analytique    |

### MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

|  |  |
|--|--|
| Mme Cécile <b>BARBOT</b>                   | Chimie Générale et Minérale                        |
| Mr Frédéric <b>BOUNOURE</b>                | Pharmacie Galénique                                |
| Mr Thomas <b>CASTANHEIRO MATIAS</b>        | Chimie Organique                                   |
| Mr Abdeslam <b>CHAGRAOUI</b>               | Physiologie  |
| Mme Camille <b>CHARBONNIER (LE CLEZIO)</b> | Statistiques                                       |
| Mme Elizabeth <b>CHOSSON</b>               | Botanique  |
| Mme Marie Catherine <b>CONCE-CHEMTOB</b>   | Législation pharmaceutique et économie de la santé |
| Mme Cécile <b>CORBIERE</b>                 | Biochimie  |
| Mme Nathalie <b>DOURMAP</b>                | Pharmacologie                                      |
| Mme Isabelle <b>DUBUC</b>                  | Pharmacologie                                      |
| Mme Dominique <b>DUTERTE- BOUCHER</b>      | Pharmacologie                                      |
| Mr Gilles <b>GARGALA</b> (MCU-PH)          | Parasitologie                                      |

|                                     |                                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Mme Nejla EL <b>GHARBI-HAMZA</b>    | Chimie analytique                 |
| Mme Marie-Laure <b>GROULT</b>       | Botanique                         |
| Mr Chervin <b>HASSEL</b>            | Biochimie et Biologie Moléculaire |
| Mme Maryline <b>LECOINTRE</b>       | Physiologie                       |
| Mme Hong <b>LU</b>                  | Biologie                          |
| Mme Marine <b>MALLETER</b>          | Toxicologie                       |
| M. Jérémie <b>MARTINET</b> (MCU-PH) | Immunologie                       |
| M. Romy <b>RAZAKANDRAINIBÉ</b>      | Parasitologie                     |
| Mme Tiphaine <b>ROGEZ-FLORENT</b>   | Chimie analytique                 |
| Mr Mohamed <b>SKIBA</b>             | Pharmacie galénique               |
| Mme Malika <b>SKIBA</b>             | Pharmacie galénique               |
| Mme Christine <b>THARASSE</b>       | Chimie thérapeutique              |
| Mr Frédéric <b>ZIEGLER</b>          | Biochimie                         |

#### **PROFESSEURS ASSOCIES**

|                                   |                      |
|-----------------------------------|----------------------|
| Mme Cécile <b>GUERARD-DETUNCQ</b> | Pharmacie officinale |
| Mme Caroline <b>BERTOUX</b>       | Pharmacie            |

#### **PAU-PH**

M. Mikaël **DAOUPHARS**

#### **PROFESSEUR CERTIFIE**

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Mme Mathilde <b>GUERIN</b> | Anglais |
|----------------------------|---------|

#### **ASSISTANTS HOSPITALO-UNIVERSITAIRES**

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| Mme Alice <b>MOISAN</b> | Virologie |
| M. Henri <b>GONDÉ</b>   | Pharmacie |

#### **ATTACHES TEMPORAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE**

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| Mme Soukaina <b>GUAOUA-ELJADDI</b> | Informatique |
| Mme Clémence <b>MEAUSSONE</b>      | Toxicologie  |

#### **ATTACHE TEMPORAIRE D'ENSEIGNEMENT**

|                        |                |
|------------------------|----------------|
| Mme Ramla <b>SALHI</b> | Pharmacognosie |
|------------------------|----------------|

## LISTE DES RESPONSABLES DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Mme Cécile <b>BARBOT</b>                 | Chimie Générale et minérale         |
| Mr Thierry <b>BESSON</b>                 | Chimie thérapeutique                |
| Mr Abdeslam <b>CHAGRAOUI</b>             | Physiologie                         |
| Mme Elisabeth <b>CHOSSON</b>             | Botanique                           |
| Mme Marie-Catherine <b>CONCE-CHEMTOB</b> | Législation et économie de la santé |
| Mme Isabelle <b>DUBUS</b>                | Biochimie                           |
| Mr Abdelhakim <b>EL OMRI</b>             | Pharmacognosie                      |
| Mr François <b>ESTOUR</b>                | Chimie organique                    |
| Mr Loïc <b>FAVENNEC</b>                  | Parasitologie                       |
| Mr Michel <b>GUERBET</b>                 | Toxicologie                         |
| Mme Martine <b>PESTEL-CARON</b>          | Microbiologie                       |
| Mr Mohamed <b>SKIBA</b>                  | Pharmacie galénique                 |
| Mr Rémi <b>VARIN</b>                     | Pharmacie clinique                  |
| M. Jean-Marie <b>VAUGEOIS</b>            | Pharmacologie                       |
| Mr Philippe <b>VERITE</b>                | Chimie analytique                   |



## ENSEIGNANTS MONO-APPARTENANTS

### PROFESSEURS

|                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| Mr Paul <b>MULDER</b> (phar) | Sciences du Médicament |
| Mme Su <b>RUAN</b> (med)     | Génie Informatique     |

### MAITRES DE CONFERENCES

|  |  |
|--|--|
| Mr Sahil <b>ADRIOUCH</b> (med)             | Biochimie et biologie moléculaire (Unité Inserm 905) |
| Mme Gaëlle <b>BOUGEARD-DENOYELLE</b> (med) | Biochimie et biologie moléculaire (UMR 1079)         |
| Mme Carine <b>CLEREN</b> (med)             | Neurosciences (Néovasc)                              |
| M. Sylvain <b>FRAINEAU</b> (med)           | Physiologie (Inserm U 1096)                          |
| Mme Pascaline <b>GAILDRAT</b> (med)        | Génétique moléculaire humaine (UMR 1079)             |
| Mr Nicolas <b>GUEROUT</b> (med)            | Chirurgie Expérimentale                              |
| Mme Rachel <b>LETELLIER</b> (med)          | Physiologie  |
| Mr Antoine <b>OUVRARD-PASCAUD</b> (med)    | Physiologie (Unité Inserm 1076)                      |
| Mr Frédéric <b>PASQUET</b>                 | Sciences du langage, orthophonie                     |
| Mme Anne-Sophie <b>PEZZINO</b>             | Orthophonie  |
| Mme Christine <b>RONDANINO</b> (med)       | Physiologie de la reproduction                       |
| Mr Youssan Var <b>TAN</b>                  | Immunologie  |
| Mme Isabelle <b>TOURNIER</b> (med)         | Biochimie (UMR 1079)                                 |

**DIRECTEUR ADMINISTRATIF : M. Jean-Sébastien VALET**

*HCN - Hôpital Charles Nicolle*

*HB - Hôpital de BOIS GUILLAUME*

*CB - Centre Henri Becquerel*

*CHS - Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray*

*CRMPR - Centre Régional de Médecine Physique et de Réadaptation*

*SJ – Saint Julien Rouen*

Par délibération en date du 3 mars 1967, la faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

# Table des matières

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Abréviations</b> .....   | 1  |
| <b>2. Introduction</b> .....   | 2  |
| <b>3. Matériels et méthodes</b> .....  | 4  |
| <b>3.1. Type d'étude et population étudiée</b> .....   | 4  |
| <b>3.2. Critères de jugement</b> .....   | 4  |
| <b>3.3. Paramètres à l'échocardiographie trans-thoracique</b> .....  | 5  |
| <b>3.4. Procédure d'isolation des veines pulmonaires</b> .....   | 9  |
| <b>3.5. Suivi</b> .....  | 9  |
| <b>3.6. Analyses statistiques</b> .....  | 10 |
| <b>4. Résultats</b> .....  | 11 |
| <b>4.1. Caractéristiques de la population</b> .....  | 11 |
| <b>4.2. Caractéristiques à l'échocardiographie pré-ablation</b> .....  | 15 |
| <b>4.2.1. Caractéristiques générales à l'échocardiographie pré-ablation</b> .....                                      | 15 |
| <b>4.2.2. Paramètres de la fonction atriale gauche à l'échocardiographie pré-ablation</b> .....                        | 17 |
| <b>4.2.2.1. Analyse univariée</b> .....  | 17 |
| <b>4.2.2.2. Analyse de la courbe ROC du pic du strain longitudinal global de l'oreillette gauche (en biplan)</b> ..... | 19 |
| <b>4.3. Caractéristiques de la procédure d'ablation de fibrillation atriale</b> .....                                  | 20 |
| <b>4.3.1. Anatomie des veines pulmonaires</b> .....  | 20 |
| <b>4.3.2. Données de la procédure d'ablation de fibrillation atriale</b> .....   | 20 |
| <b>4.3.3. Evènements indésirables en post-procédure</b> .....  | 22 |
| <b>4.4. Comparaison avec la population saine de fibrillation atriale</b> .....   | 23 |
| <b>4.4.1. Caractéristiques des populations</b> .....   | 23 |
| <b>4.4.2. Caractéristiques à l'échocardiographie</b> .....   | 25 |
| <b>4.4.2.1. Caractéristiques générales à l'échocardiographie</b> .....   | 25 |
| <b>4.4.2.2. Paramètres de la fonction atriale gauche à l'échocardiographie</b> .....                                   | 27 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| <b>4.5.</b> | <b>Suivi</b> .....  | 29 |
| 4.5.1.      | Consultation de suivi .....   | 29 |
| 4.5.2.      | Récidive d'arythmie atriale .....   | 29 |
| 4.5.3.      | Survenue d'une deuxième procédure d'ablation au cours du suivi .....                      | 29 |
| 4.5.4.      | Comparaison des caractéristiques à l'échocardiographie pré et post-ablation .....         | 30 |
| 4.5.4.1.    | Caractéristiques générales à l'échocardiographie pré et post-ablation .....               | 30 |
| 4.5.4.2.    | Paramètres de la fonction atriale gauche à l'échocardiographie pré et post-ablation ..... | 32 |
| <b>5.</b>   | <b>Discussion</b> .....   | 34 |
| <b>6.</b>   | <b>Limites</b> .....  | 36 |
| <b>7.</b>   | <b>Conclusion</b> .....   | 37 |
| <b>8.</b>   | <b>Bibliographie</b> .....  | 38 |

# 1. Abréviations

AUC : area under the curve (aire sous la courbe)

AVC : accident vasculaire cérébral

BPM : battements par minute

ETT : échocardiographie trans-thoracique

FA : fibrillation atriale

FC : fréquence cardiaque

FEVG : fraction d'éjection ventriculaire gauche

FEOG : fraction d'éjection de l'oreillette gauche

FROG : fraction de raccourcissement de l'oreillette gauche

HTA : hypertension artérielle

ITV : intégrale temps-vitesse

N : valeurs normales

OD : oreillette droite

OG : oreillette gauche

ROC : receiver operating characteristic

ROI : region of interest (région d'intérêt)

SLG : strain longitudinal global

VD : ventricule droit

VG : ventricule gauche

VP : veines pulmonaires

## 2. Introduction

La fibrillation atriale (FA) est l'arythmie cardiaque la plus fréquente chez l'adulte. On estime à 33,5 millions le nombre de personnes atteintes de FA dans le monde (1). La prévalence estimée de la FA est d'environ 1,5% après 55 ans, et augmente avec l'âge pour atteindre 24,2% chez les hommes et 16,1% chez les femmes de plus de 85 ans. Les projections estiment que le nombre d'adultes de plus de 55 ans atteint de FA dans l'Union Européenne passera de 8,8 millions en 2010 à 17,9 millions en 2060 (2), ce qui fait de la FA un véritable problème de santé publique.

Les principaux facteurs favorisant la FA sont l'âge, l'origine caucasienne, le sexe masculin, l'insuffisance cardiaque, l'hypertension artérielle (HTA), le diabète, l'obésité, la consommation d'alcool, et le syndrome d'apnée obstructive du sommeil (3).

La physiopathologie de la FA est complexe. Elle associe plusieurs facteurs, avec notamment un trigger comme une extrasystole atriale précoce provenant généralement des veines pulmonaires (VP) (4), associée à un remodelage fibreux et une dilatation de l'oreillette gauche (OG). Les accès de FA paroxystiques vont entraîner un remodelage de l'OG, pérennisant l'arythmie. Ce remodelage se fait à plusieurs niveaux : cellulaire (stress oxydatif avec activation de protéases et phosphatases calcium-dépendantes entraînant une destruction cellulaire avec formation de fibrose à l'origine de multiples foyers de micro-réentrée), électrique (raccourcissement du potentiel d'action des cellules atriales et diminution de leur période réfractaire effective), et structurel (via une dilatation atriale progressive) (5). La perte de l'activité mécanique atriale va également participer au remodelage structurel, ainsi qu'à la formation de thrombi (6). Tout cela résulte en une altération de la fonction atriale gauche et de ses 3 phases : réservoir (retour veineux pulmonaire pendant la systole ventriculaire), conduit (remplissage passif du ventricule gauche (VG) au début de la diastole ventriculaire), et pompe (remplissage actif du VG à la fin de la diastole ventriculaire via la contraction de l'OG, phase absente chez les patients en FA).

L'ablation de fibrillation atriale prend une place de plus en plus importante dans la stratégie thérapeutique de la FA. Il a été montré dans plusieurs études la supériorité de l'ablation par cathéter par rapport au traitement médicamenteux anti-arythmique que ce soit sur l'amélioration des symptômes, de la capacité à l'exercice et de la qualité de vie, ainsi qu'un meilleur maintien du rythme sinusal (7–10). Néanmoins, il n'a pas été retrouvé de diminution de la mortalité ni du taux d'AVC par rapport au traitement médicamenteux anti-arythmique (11). L'ablation par cathéter de la FA consiste au minimum en une isolation complète des VP en créant une lésion circulaire à leur ostium (déconnexion des VP), soit par radiofréquence, soit par cryothérapie. Pour une première ablation par

cathéter de FA paroxystique, la cryothérapie est non inférieure à la radiofréquence à la fois pour son efficacité et sa sécurité (12), et peut être préférentiellement utilisée en première intention du fait de facilités d'utilisation par rapport à la radiofréquence. Les taux de succès à 1 an d'une procédure d'ablation par cathéter sont d'environ 75%, et seront meilleurs pour la FA paroxystique (85%) que pour la FA persistante (67%) (13). Malgré l'évolution des techniques de cryothérapie, avec notamment le ballon de deuxième génération, environ 25% des patients vont présenter une récurrence d'arythmie atriale dans l'année suivant la procédure.

Plusieurs facteurs de risque de récurrence de FA après une ablation par cathéter ont été mis en évidence. Pour la plupart d'entre eux, ils ne font que refléter le degré du remodelage atrial. Le principal serait la dilatation de l'OG. Il est également décrit l'ancienneté de la FA, son caractère persistant, les récurrences précoces de FA après ablation par cathéter, l'âge avancé, et le sexe féminin (14–17). Récemment, il a également été mis en évidence le caractère prédictif d'une altération du strain longitudinal global (SLG) de l'OG à l'échocardiographie trans-thoracique (ETT) dans la récurrence de FA après une ablation par cathéter (18–20). Ainsi, la fonction atriale gauche semble être un reflet pertinent du remodelage atrial et permettrait éventuellement de le détecter à un stade plus précoce avant que le remodelage structurel (ou dilatation atriale gauche) ne soit présent de façon significative. Cependant, à l'heure actuelle, ces paramètres sont peu employés dans le choix de la stratégie thérapeutique à proposer au patient.

L'objectif de ce travail était de rechercher à l'échocardiographie des facteurs prédictifs de récurrence d'arythmie atriale après une première procédure d'ablation de FA par cryothérapie, en évaluant la fonction atriale gauche sous plusieurs aspects, afin d'améliorer la sélection des patients avant l'intervention.

## 3. Matériels et méthodes

### 3.1. Type d'étude et population étudiée

Il s'agit d'une étude prospective, observationnelle, et monocentrique.

Nous avons inclus tous les patients ayant eu une première procédure d'isolation des VP par cryothérapie au CHU de Rouen du 20 Avril 2020 au 22 Février 2021.

L'indication de ces procédures d'isolation des VP respectait les recommandations en vigueur : soit en deuxième intention en cas d'échec du traitement médicamenteux anti-arythmique, soit en première intention en cas de cardiomyopathie rythmique ou de forme symptomatique sans facteur de risque majeur de récurrence (21).

Les critères d'exclusion étaient : âge < 18 ans, absence d'ETT pré-ablation, manque de données en ce qui concerne le critère de jugement principal.

### 3.2. Critères de jugement

Le critère de jugement principal était la récurrence authentifiée sur un ECG ou un holter-ECG d'une arythmie supra-ventriculaire de type FA, flutter ou tachycardie atriale, d'une durée d'au moins 30 secondes, survenant dans les 4 mois suivant la procédure d'ablation. Une période de blanking était respectée dans les 2 premiers mois suivant la procédure, sauf si les récurrences d'arythmie supra-ventriculaire entraînaient une reprise interventionnelle.

Les critères de jugement secondaires étaient : les paramètres échocardiographiques pré-ablation et à 4 mois de l'ablation, les paramètres de la procédure d'ablation, les complications secondaires à la procédure d'ablation, et la survenue d'une nouvelle procédure d'ablation.

### 3.3. Paramètres à l'échocardiographie trans-thoracique

Pour chaque patient, il était réalisé une ETT avant la procédure d'isolation des VP (le jour même ou la veille). Les paramètres renseignés sur l'ETT étaient : le rythme cardiaque pendant l'examen, la FEVG (en Simpson biplan), la FC, l'ITV sous aortique, l'épaisseur de la frange graisseuse épigastrique mesurée à la paroi libre du ventricule droit (VD), l'onde S à l'anneau tricuspide en doppler tissulaire, le TAPSE, le diamètre de l'OG et du VG (en incidence para sternale grand axe), le volume télé-diastolique du VG (en biplan, via les incidences apicales 2 et 4 cavités), la surface maximale et minimale de l'OG (en incidence apicale 4 cavités), le volume de l'OG maximal, minimal et au début de l'onde P (en biplan, via les incidences apicales 2 et 4 cavités), la surface de l'OD (en incidence apicale 4 cavités).

Puis uniquement chez les patients en rythme sinusal au moment de l'ETT, nous renseignions les paramètres de la fonction atriale gauche à l'ETT (dont les principales valeurs normales chez le sujet sain sont publiées dans l'étude NORRE (22)) :

- Fonction réservoir :

- Fraction de raccourcissement de l'OG (FROG) (valeurs normales (N) = 63,2 – 73,2 %).
- Fraction d'éjection de l'OG (FEOG) totale (N = 52,4 – 61,9 %).
- Pic du strain longitudinal de l'OG (N = 36,1 - 48,0 %).

- Fonction conduit :

- Onde E mitrale en doppler pulsé.
- Onde e' latérale et septale à l'anneau mitral en doppler tissulaire.
- Rapport E/A.
- Rapport E/e' moyen.
- FEOG passive (N = 32,7 - 53,3 %).
- Strain longitudinal passif de l'OG (N = 20,4 – 31,8 %).

- Fonction pompe :

- Onde A mitrale en doppler pulsé.
- FEOG active (N = 33,7 – 52,5 %).
- Strain longitudinal actif de l'OG (N = 12,9 – 19,5 %).

Quand cela était possible, il était également réalisé une nouvelle ETT à 4 mois de la procédure d'isolation des VP. Les paramètres renseignés sur cette deuxième ETT étaient les mêmes qu'en pré-ablation.

Afin de comparer les paramètres ETT chez un échantillon de sujets sains, 20 ETT de sujets sains ne présentant pas de FA ont été reprises de façon aléatoire sur une station de travail EchoPAC™ et analysées de façon rétrospective. Les paramètres renseignés sur ces ETT étaient les mêmes que pour les patients de l'étude inclus pour ablation de FA.

Toutes les échocardiographies ont été réalisées au CHU de Rouen, sur des appareils GE® (VIVID S70 ou VIVID E9), puis stockées sur une station de travail EchoPAC™. Toutes les mesures (dont le strain) ont ensuite été réalisées par un seul opérateur, via un appareil GE® VIVID S70.

L'épaisseur de la frange grasseuse épiscardique était mesurée en fin de diastole en incidence parasternale grand axe, en mesurant l'épaisseur maximale de la frange grasseuse épiscardique au niveau de la paroi libre du VD.

Afin de calculer les fractions de raccourcissement et d'éjection de l'OG, la surface de l'OG était mesurée en traçant la bordure de l'endocarde avec exclusion des VP et de l'auricule gauche, soit en monoplan (en incidence apicale 4 cavités) pour la FROG, soit en biplan (en incidence apicale 4 cavités et 2 cavités) pour la FEOG. La surface de l'OG était mesurée à trois temps : lorsqu'elle était maximale, minimale, et au début de l'onde P (pré-A). Le volume de l'OG était ensuite déterminé via la méthode surface-longueur. L'OG était considérée comme non dilatée si son volume indexé à la surface corporelle était inférieur à 34 ml/m<sup>2</sup>. Les fractions de raccourcissement et d'éjection de l'OG étaient ensuite calculées selon les formules suivantes :

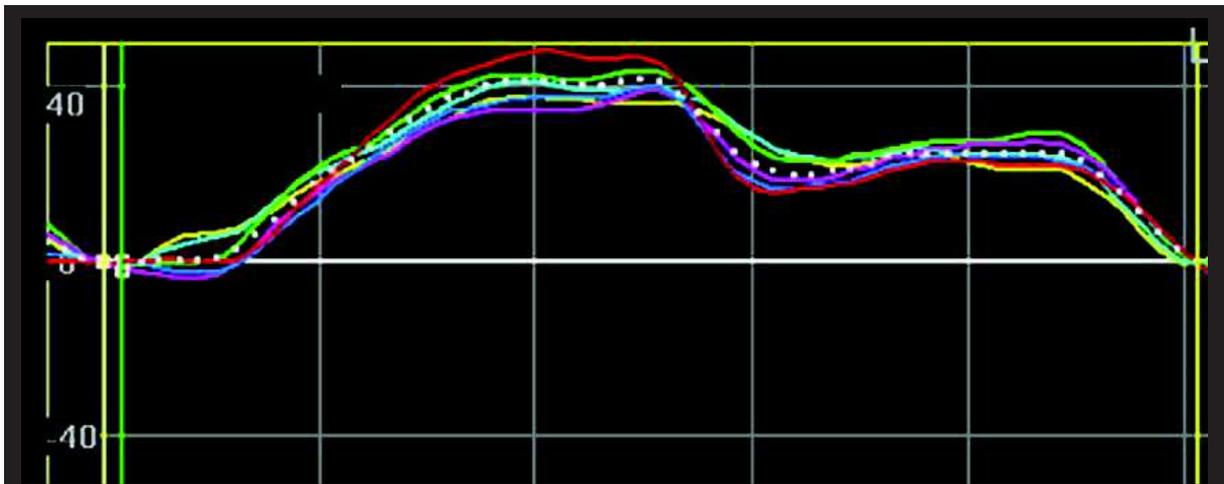
- FROG (monoplan) =  $[(S_{max}-S_{min})/S_{max}]$  (fonction réservoir).
- FEOG totale (biplan) =  $[(V_{max}-V_{min})/V_{max}]$  (fonction réservoir).
- FEOG active (biplan) =  $[(V_{préA}-V_{min})/V_{préA}]$  (fonction pompe).
- FEOG passive (biplan) =  $[(V_{max}-V_{préA})/V_{max}]$  (fonction conduit).

$S_{max}$  : surface maximale de l'OG ;  $S_{min}$  : surface minimale de l'OG ;  $V_{max}$  : volume maximal de l'OG ;  $V_{min}$  : volume minimal de l'OG ;  $V_{préA}$  : volume de l'OG au début de l'onde P.

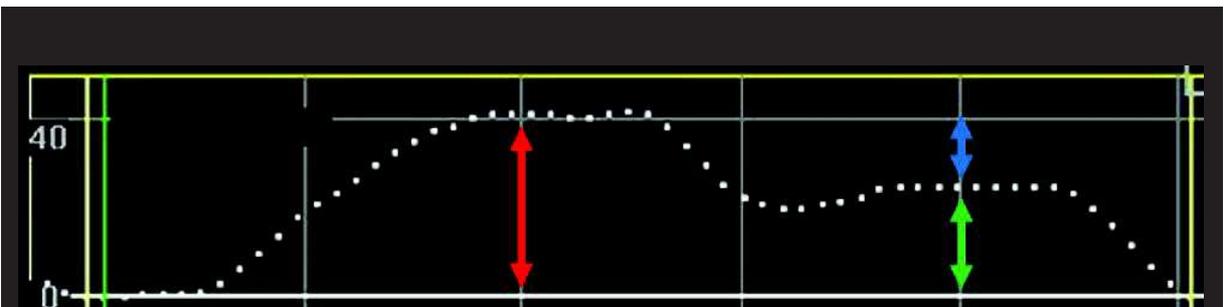
Pour mesurer le strain longitudinal de l'OG, nous utilisons comme point de référence le début du complexe QRS. La bordure de l'endocarde était tracée manuellement avec exclusion des VP et de l'auricule gauche en incidence apicale 4 cavités et 2 cavités, et la région d'intérêt (ROI) était délimitée par la bordure endocardique (bordure interne) et la bordure épicaudique (bordure externe) de l'OG (Figure 1). Le strain longitudinal était ensuite mesuré à l'aide d'un logiciel spécifique installé sur l'appareil GE® VIVID S70. Après l'analyse, l'OG était divisée par le logiciel en 6 segments par incidence et il était généré 7 courbes de déformation longitudinale de l'OG par incidence (1 par segment et 1 correspondant à la moyenne des 6 segments) (Figure 2). Le logiciel calculait la valeur moyenne du strain longitudinal pour les 6 segments en incidence apicale 2 et 4 cavités, et la valeur moyenne de ces 2 mesures était retenue pour mesurer le SLG de l'OG en biplan. La valeur du strain était mesurée au cours des 3 phases de l'OG : réservoir (pic), conduit et pompe (Figure 3).



**Figure 1.** Exemple de choix de la région d'intérêt en incidence apicale 4 cavités, avec division de l'oreillette gauche en 6 segments.



**Figure 2.** Exemple de strain longitudinal de l'oreillette gauche en incidence apicale 4 cavités. Les 6 lignes colorées correspondent aux 6 segments de l'oreillette gauche, et la ligne blanche en pointillé correspond à la valeur moyenne du strain en incidence apicale 4 cavités.



**Figure 3.** Etude des différentes fonctions de l'oreillette gauche selon la mesure du strain :

- La flèche rouge représente le pic du strain longitudinal de l'oreillette gauche (fonction réservoir).
- La flèche bleue représente le strain longitudinal passif de l'oreillette gauche (fonction conduit).
- La flèche verte représente le strain longitudinal actif de l'oreillette gauche (fonction pompe).

### 3.4. Procédure d'isolation des veines pulmonaires

L'isolation des VP par cryothérapie était réalisée selon les recommandations en vigueur. L'intervention était précédée par la réalisation d'une échocardiographie trans-œsophagienne afin d'éliminer la présence d'un thrombus intra-auriculaire gauche et de guider la ponction trans-septale.

Les paramètres de la procédure renseignés étaient : la durée de la procédure, le temps de scopie, le nombre d'application sur chaque VP, le temps de déconnexion de chaque VP, la durée d'application totale sur chaque VP, le succès ou l'échec de l'isolation de chaque VP, la présence ou non d'une anatomie inhabituelle des VP, et les complications en lien avec la procédure.

Le traitement anticoagulant était poursuivi sans discontinuité chez tous les patients.

La modification ou non du traitement anti-arythmique du patient après l'intervention était laissée à l'appréciation du rythmologue ayant réalisé la procédure.

### 3.5. Suivi

Après l'intervention, les patients étaient surveillés dans le service. Il était réalisé de façon quotidienne un examen clinique afin de rechercher une complication, ainsi qu'un ECG afin de rechercher une récurrence d'arythmie. Il était également réalisé une ETT de contrôle le lendemain de l'intervention, à la recherche d'un épanchement péricardique. En l'absence de complication, la sortie était autorisée à 48h.

Un holter ECG de 24h était réalisé entre le 2<sup>e</sup> mois et le 4<sup>e</sup> mois suivant la procédure d'isolation des VP.

Les patients étaient ensuite vus en consultation au CHU de Rouen ou au Groupe Hospitalier du Havre à 4 mois de la procédure d'ablation. Au cours de cette consultation, il était réalisé un interrogatoire à la recherche de symptômes évocateurs de récurrence d'arythmie atriale (notamment palpitations), un examen clinique et un ECG 12-dérivations.

Les récurrences d'arythmie supra-ventriculaire étaient définies comme décrites précédemment dans le paragraphe 3.2.

### 3.6. Analyses statistiques

Les variables continues étaient décrites selon leur moyenne associée à leur écart-type. Les comparaisons de variables continues étaient réalisées selon un test de T-student ou un test U de Mann-Whitney selon leur distribution dont la normalité était évaluée par un test de Shapiro-Wilk. Les variables catégorielles étaient exprimées en pourcentage. Les comparaisons de variables catégorielles étaient réalisées selon un test du Chi-2 ou un test de Fisher en fonction de la taille de l'échantillon. Tous les tests statistiques utilisés étaient bilatéraux avec un degré de significativité admis pour un  $p < 0,05$ . Une courbe ROC a été générée afin d'étudier les meilleures valeurs seuils du pic du SLG de l'OG (en biplan) afin de prédire les récurrences d'arythmie atriale après une isolation des VP par cryothérapie. La valeur seuil optimale a été identifiée à l'aide de l'indice de Youden.

## 4. Résultats

### 4.1. Caractéristiques de la population

Du 20 Avril 2020 au 22 Février 2021, 146 patients ont eu une première procédure d'isolation des VP par cryothérapie au CHU de Rouen (figure 4).

Sur ces 146 patients, 81 patients (55,5%) ont été exclus de l'étude pour manque de données : 76 patients n'ayant pas eu d'ETT pré-ablation réalisée au CHU et 5 patients pour qui le critère de jugement principal n'était pas renseigné.

La population de l'étude était donc de 65 patients. Sur ces 65 patients, 14 (21,5%) étaient en arythmie supra-ventriculaire au moment de l'ETT pré-interventionnelle, et n'ont pas été inclus dans l'étude de la fonction de l'OG à l'ETT (13 patients en FA et 1 en flutter atrial). Une récurrence d'arythmie supra-ventriculaire de type FA, flutter ou tachycardie atriale à 4 mois a été observée chez 13 patients (soit 20% de la population étudiée).

Les caractéristiques initiales de la population de l'étude (n = 65) sont détaillées dans le tableau 1. Le surpoids ou l'obésité (IMC > 25 kg/m<sup>2</sup>) était le seul paramètre présentant une différence significative entre le groupe récurrence et absence de récurrence en analyse univariée (p = 0,046). Les patients du groupe récurrence présentaient un IMC moyen plus élevé (29,6 ± 5,00 kg/m<sup>2</sup>) que ceux du groupe absence de récurrence (26,7 ± 5,07 kg/m<sup>2</sup>) (p = 0,037).

Figure 4. Diagramme de flux

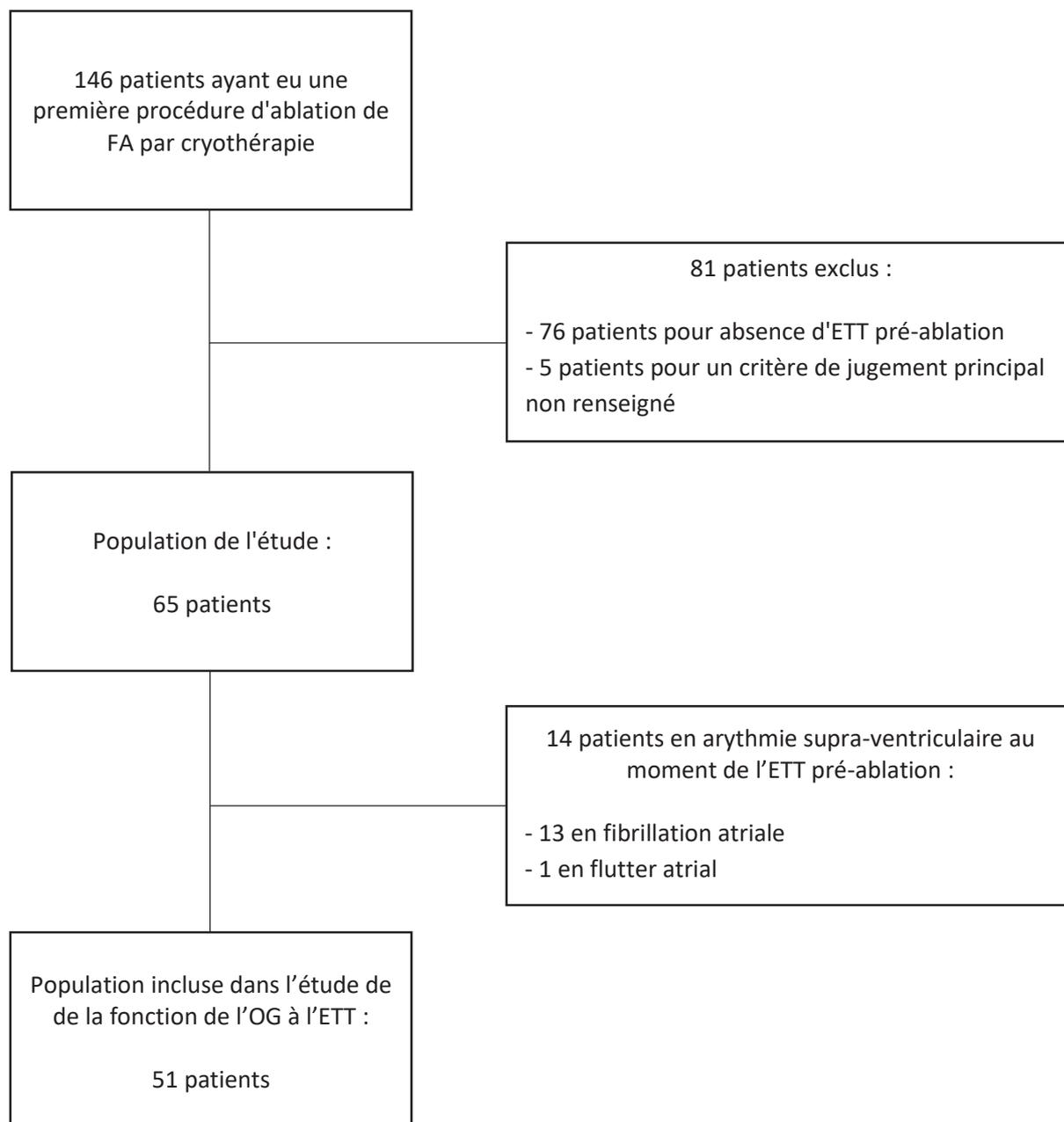


Tableau 1. Caractéristiques initiales de la population étudiée

|   | Population totale<br>(n = 65) | Absence de<br>récidive<br>(n = 52) | Récidive<br>(n = 13) | p            |
|---|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|
| Age (années)                                    | 62,2 (±11,8)                  | 61,9 (±12,9)                       | 63,6 (±5,44)         | 0,49         |
| <b>Sexe</b>                                     |                               |                                    |                      |              |
| Homme   | 45 (69%)                      | 36 (69%)                           | 9 (69%)              | 1            |
| Femme   | 20 (31%)                      | 16 (31%)                           | 4 (31%)              | 1            |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )                        | 27,3 (±5,15)                  | 26,7 (±5,07)                       | 29,6 (±5,00)         | <b>0,037</b> |
| Surpoids ou obésité                             | 43 (66%)                      | 31 (60%)                           | 12 (92%)             | <b>0,046</b> |
| HTA   | 38 (58%)                      | 28 (54%)                           | 10 (77%)             | 0,13         |
| Diabète   | 6 (9,2%)                      | 4 (7,7%)                           | 2 (15%)              | 0,59         |
| Dyslipidémie                                    | 21 (32%)                      | 14 (27%)                           | 7 (54%)              | 0,096        |
| Tabagisme actif                                 | 4 (6,2%)                      | 2 (3,8%)                           | 2 (15%)              | 0,18         |
| Tabagisme sévère                                | 21 (32%)                      | 14 (27%)                           | 7 (54%)              | 0,096        |
| Hérédité coronarienne                           | 2 (3,1%)                      | 2 (3,8%)                           | 0                    | 1            |
| AVC ou accident embolique                       | 2 (3,1%)                      | 1 (1,9%)                           | 1 (7,7%)             | 0,36         |
| Syndrome d'apnée du sommeil                     | 15 (23%)                      | 10 (19%)                           | 5 (38%)              | 0,16         |
| Créatininémie (µmol/l)                          | 82,1 (±21,5)                  | 79,9 (±19,0)                       | 90,8 (±28,5)         | 0,22         |
| DFG Cockcroft (ml/min)                          | 96,4 (±31,1)                  | 96,2 (±29,4)                       | 97,0 (±38,4)         | 0,92         |
| Coronaropathie                                  | 6 (9,2%)                      | 4 (7,7%)                           | 2 (15%)              | 0,59         |
| Ethylisme chronique                             | 0                             | 0                                  | 0                    |              |
| Hypothyroïdie                                   | 6 (9,2%)                      | 3 (5,8%)                           | 3 (23%)              | 0,089        |
| Hyperthyroïdie                                  | 0                             | 0                                  | 0                    |              |
| Insuffisance cardiaque                          | 7 (11%)                       | 6 (12%)                            | 1 (7,7%)             | 1            |
| Maladie vasculaire périphérique                 | 1 (1,5%)                      | 1 (1,9%)                           | 0                    | 1            |
| Antécédent de flutter typique                   | 12 (18%)                      | 9 (17%)                            | 3 (23%)              | 0,69         |
| <b>Score CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc</b> |                               |                                    |                      |              |
| 0   | 9 (14%)                       | 7 (13%)                            | 2 (15%)              | 1            |
| 1   | 18 (28%)                      | 17 (33%)                           | 1 (7,7%)             | 0,091        |
| 2   | 17 (26%)                      | 12 (23%)                           | 5 (38%)              | 0,3          |
| 3   | 15 (23%)                      | 12 (23%)                           | 3 (23%)              | 1            |
| 4   | 5 (7,7%)                      | 3 (5,8%)                           | 2 (15%)              | 0,26         |
| 5   | 0                             | 0                                  | 0                    |              |
| 6   | 0                             | 0                                  | 0                    |              |
| 7   | 1 (1,5%)                      | 1 (1,9%)                           | 0                    | 1            |
| FA paroxystique                                 | 51 (78%)                      | 40 (77%)                           | 11 (85%)             | 0,72         |

| <b>Ancienneté de la FA</b>               |          |          |          |      |
|--|----------|----------|----------|------|
| < 3 mois                                 | 2 (3,1%) | 1 (1,9%) | 1 (7,7%) | 0,36 |
| < 6 mois                                 | 5 (7,7%) | 4 (7,7%) | 1 (7,7%) | 1    |
| < 1 ans                                  | 24 (37%) | 21 (40%) | 3 (23%)  | 0,34 |
| < 2 ans                                  | 9 (14%)  | 8 (15%)  | 1 (7,7%) | 0,67 |
| < 3 ans                                  | 9 (14%)  | 6 (12%)  | 3 (23%)  | 0,37 |
| < 4 ans                                  | 5 (7,7%) | 4 (7,7%) | 1 (7,7%) | 1    |
| 5 ans et plus                            | 7 (11%)  | 4 (7,7%) | 3 (23%)  | 0,14 |
| Non précisée                             | 4 (6,2%) | 4 (7,7%) | 0        | 0,58 |
| <b>Durée maximale des épisodes de FA</b> |          |          |          |      |
| < 24h                                    | 39 (60%) | 32 (62%) | 7 (54%)  | 0,61 |
| < 48h                                    | 4 (6,2%) | 2 (3,8%) | 2 (15%)  | 0,18 |
| < 1 semaine                              | 3 (4,6%) | 2 (3,8%) | 1 (7,7%) | 0,49 |
| < 1 mois                                 | 4 (6,2%) | 4 (7,7%) | 0        | 0,58 |
| < 6 mois                                 | 3 (4,6%) | 2 (3,8%) | 1 (7,7%) | 0,49 |
| < 12 mois                                | 2 (3,1%) | 2 (3,8%) | 0        | 1    |
| Non précisée                             | 10 (15%) | 8 (15%)  | 2 (15%)  | 1    |
| <b>Traitements anticoagulants</b>        |          |          |          |      |
| Apixaban                                 | 35 (54%) | 28 (54%) | 7 (54%)  | 1    |
| Rivaroxaban                              | 26 (40%) | 21 (40%) | 5 (38%)  | 0,9  |
| Dabigatran                               | 3 (4,6%) | 3 (5,8%) | 0        | 1    |
| AVK                                      | 1 (1,5%) | 0        | 1 (7,7%) | 0,2  |
| <b>Traitements anti-arythmiques</b>      |          |          |          |      |
| Bêtabloquants                            | 57 (88%) | 45 (87%) | 12 (92%) | 1    |
| Flécaïne                                 | 46 (71%) | 36 (69%) | 10 (77%) | 0,74 |
| Flécaïne                                 | 22 (34%) | 19 (37%) | 3 (23%)  | 0,52 |
| Amiodarone                               | 19 (29%) | 14 (27%) | 5 (38%)  | 0,5  |
| Digoxine                                 | 2 (3,1%) | 1 (1,9%) | 1 (7,7%) | 0,36 |
| <b>Autres traitements</b>                |          |          |          |      |
| IEC                                      | 21 (32%) | 16 (31%) | 5 (38%)  | 0,74 |
| ARA II                                   | 9 (14%)  | 6 (12%)  | 3 (23%)  | 0,37 |
| Anti-aldostérone                         | 5 (7,7%) | 4 (7,7%) | 1 (7,7%) | 1    |
| Statines                                 | 18 (28%) | 12 (23%) | 6 (46%)  | 0,16 |

ARA II : antagoniste des récepteurs à l'angiotensine II ; AVK : anti vitamine K ; DFG : débit de filtration glomérulaire ; FA : fibrillation atriale ; HTA : hypertension artérielle ; IEC : inhibiteur de l'enzyme de conversion ; IMC : indice de masse corporelle.

## 4.2. Caractéristiques à l'échocardiographie pré-ablation

### 4.2.1. Caractéristiques générales à l'échocardiographie pré-ablation

Une ETT pré-ablation a été réalisée chez les 65 patients inclus dans cette étude.

Les caractéristiques générales à l'ETT pré-ablation sont détaillées dans le tableau 2.

L'épaisseur de la frange graisseuse épique mesurée à la paroi libre du VD était significativement plus épaisse chez les patients du groupe récurrence ( $7,23 \pm 2,59$  mm) que ceux du groupe absence de récurrence ( $5,18 \pm 2,41$  mm) en analyse univariée ( $p = 0,011$ ).

Tableau 2. Caractéristiques générales à l'échocardiographie pré-ablation

|   | Population<br>totale<br>(n = 65) | Absence de<br>récidive<br>(n = 52) | Récidive<br>(n = 13) | p            |
|---|----------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|
| <b>Rythme cardiaque pendant l'ETT</b>           |                                  |                                    |                      |              |
| Sinusal   | 51 (78%)                         | 42 (81%)                           | 9 (69%)              | 0,45         |
| Fibrillation atriale                            | 13 (20%)                         | 9 (17%)                            | 4 (31%)              | 0,27         |
| Flutter atrial                                  | 1 (1,5%)                         | 1 (1,9%)                           | 0 (0%)               | 1            |
| FEVG en Simpson biplan (%)                      | 62,4 (±9,39)                     | 62,1 (±10,2)                       | 63,7 (±4,91)         | 0,91         |
| Fréquence cardiaque (bpm)                       | 65,8 (±19,0)                     | 63,4 (±15,1)                       | 73,8 (±28,0)         | 0,22         |
| ITV sous-aortique (cm)                          | 22,1 (±5,37)                     | 22,5 (±5,69)                       | 20,8 (±4,17)         | 0,6          |
| Epaisseur de la frange graisseuse VD (mm)       | 5,61 (±2,57)                     | 5,18 (±2,41)                       | 7,23 (±2,59)         | <b>0,011</b> |
| Onde S tricuspide (cm/s)                        | 12,2 (±2,70)                     | 12,1 (±2,72)                       | 12,3 (±2,76)         | 0,65         |
| TAPSE (mm)                                      | 22,0 (±4,13)                     | 22,4 (±4,00)                       | 20,5 (±4,43)         | 0,092        |
| Diamètre télé-diastolique VG (mm)               | 51,9 (±6,10)                     | 52,2 (±5,73)                       | 50,8 (±7,52)         | 0,39         |
| Volume télé-diastolique VG (ml/m <sup>2</sup> ) | 50,4 (±18,4)                     | 50,7 (±18,3)                       | 49,4 (±19,4)         | 0,82         |
| Dilatation VG                                   | 7 (11%)                          | 5 (9,6%)                           | 2 (15%)              | 0,62         |
| Diamètre OG (mm)                                | 43,6 (±6,67)                     | 43,2 (±6,81)                       | 45,0 (±6,15)         | 0,44         |
| Surface OG (cm <sup>2</sup> )                   | 22,1 (±5,05)                     | 21,8 (±4,97)                       | 23,4 (±5,36)         | 0,43         |
| Volume OG (ml/m <sup>2</sup> )                  | 35,7 (±10,9)                     | 35,4 (±11,1)                       | 36,6 (±10,1)         | 0,66         |
| Dilatation OG                                   | 33 (51%)                         | 26 (50%)                           | 7 (54%)              | 0,8          |
| Surface OD (cm <sup>2</sup> )                   | 17,5 (±4,33)                     | 17,4 (±4,35)                       | 18,0 (±4,40)         | 0,57         |
| Dilatation OD                                   | 32 (49%)                         | 26 (50%)                           | 6 (46%)              | 0,8          |

bpm : battements par minute ; ETT : échocardiographie trans-thoracique ; FEVG : fraction d'éjection ventriculaire gauche ; ITV : intégrale temps-vitesse ; OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche.

## 4.2.2. Paramètres de la fonction atriale gauche à l'échocardiographie pré-ablation

### 4.2.2.1. Analyse univariée

Les paramètres de la fonction de l'OG à l'ETT pré-ablation sont détaillés dans le tableau 3.

Les 14 patients qui étaient en arythmie supra-ventriculaire au moment de l'ETT pré-interventionnelle (10 patients dans le groupe absence de récurrence et 4 patients dans le groupe récurrence) n'ont pas été inclus dans l'étude de l'analyse de la fonction de l'OG à l'ETT.

Il était retrouvé, en analyse univariée, une différence statistiquement significative entre les patients des 2 groupes sur les paramètres suivants : pic du strain de l'OG (en 4 cavités), pic du SLG de l'OG (en biplan), strain de l'OG passif (en 4 cavités), et strain de l'OG actif (en 4 cavités).

**Tableau 3. Paramètres de la fonction atriale gauche à l'échocardiographie pré-ablation chez les patients en rythme sinusal lors de l'échocardiographie**

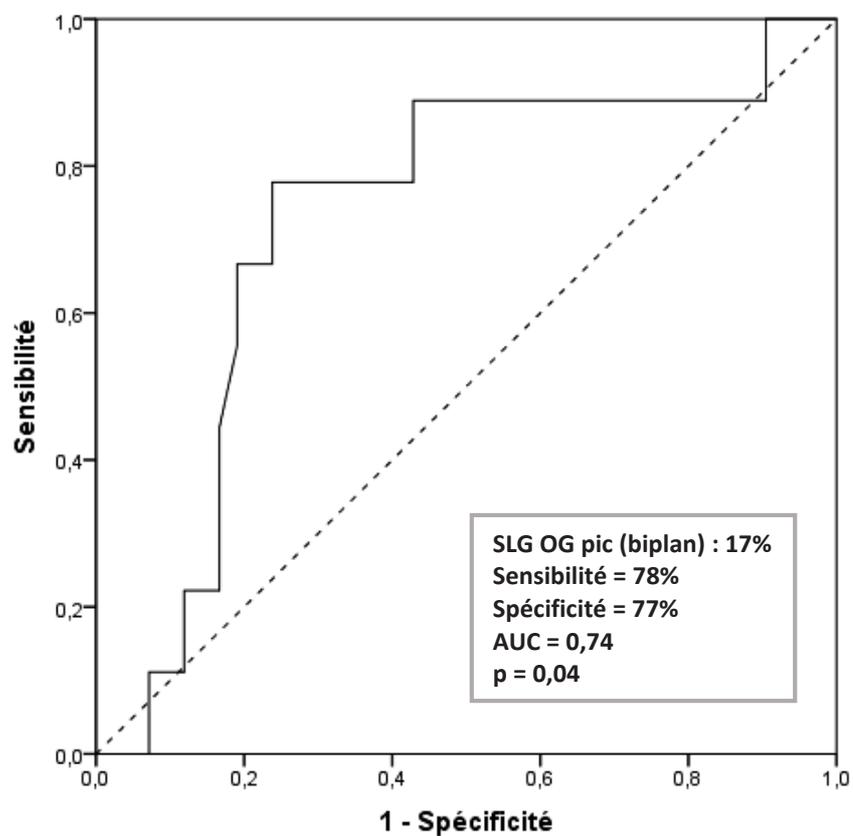
|                                  | Population totale,<br>hors arythmie supra-<br>ventriculaire<br>(n = 51) | Absence de récurrence<br>(n = 42) | Récurrence<br>(n = 9) | p               |
|----------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------|-----------------|
| <b>Fonction réservoir</b>        |   |                                   |                       |                 |
| FROG (4 cavités) (%)             | 35,9 (±9,59)  | 36,6 (±9,25)                      | 33,0 (±11,1)          | 0,51            |
| FEOG totale (biplan) (%)         | 46,1 (±12,0)  | 46,2 (±12,2)                      | 45,7 (±12,0)          | 1               |
| Strain OG pic (4 cavités) (%)    | 23,2 (±8,40)  | 24,6 (±8,17)                      | 16,8 (±6,57)          | <b>&lt;0,01</b> |
| Strain OG pic (2 cavités) (%)    | 23,0 (±10,3)  | 23,8 (±10,5)                      | 19,2 (±9,16)          | 0,16            |
| SLG OG pic (biplan) (%)          | 23,1 (±8,93)  | 24,2 (±8,92)                      | 18,0 (±7,48)          | <b>0,036</b>    |
| <b>Fonction conduit</b>          |   |                                   |                       |                 |
| E (cm/s)                         | 74,1 (±20,4)  | 70,6 (±17,1)                      | 89,8 (±27,2)          | 0,051           |
| e' latéral (cm/s)                | 10,9 (±2,95)  | 10,9 (±3,00)                      | 10,9 (±2,91)          | 0,93            |
| e' septal (cm/s)                 | 8,85 (±2,82)  | 9,04 (±2,86)                      | 7,60 (±2,41)          | 0,28            |
| E/A                              | 1,28 (±0,469)   | 1,24 (±0,459)                     | 1,44 (±0,510)         | 0,4             |
| E/e' moyen                       | 7,60 (±2,37)  | 7,36 (±2,45)                      | 8,79 (±1,58)          | 0,061           |
| FEOG passive (biplan) (%)        | 26,8 (±11,8)  | 27,1 (±12,1)                      | 25,2 (±10,3)          | 0,79            |
| Strain OG passif (4 cavités) (%) | 13,0 (±5,74)  | 13,8 (±5,83)                      | 9,46 (±3,77)          | <b>0,037</b>    |
| Strain OG passif (2 cavités) (%) | 12,2 (±6,59)  | 12,8 (±6,74)                      | 9,56 (±5,39)          | 0,12            |
| SLG OG passif (biplan) (%)       | 12,6 (±5,69)  | 13,3 (±5,79)                      | 9,51 (±4,22)          | 0,052           |
| <b>Fonction pompe</b>            |   |                                   |                       |                 |
| A (cm/s)                         | 61,8 (±17,1)  | 60,6 (±16,2)                      | 67,0 (±21,0)          | 0,49            |
| FEOG active (biplan) (%)         | 26,3 (±11,2)  | 26,1 (±11,2)                      | 27,4 (±12,1)          | 0,63            |
| Strain OG actif (4 cavités) (%)  | 10,2 (±4,69)  | 10,8 (±4,58)                      | 7,36 (±4,39)          | <b>0,044</b>    |
| Strain OG actif (2 cavités) (%)  | 10,7 (±5,53)  | 11,0 (±5,71)                      | 9,66 (±4,83)          | 0,62            |
| SLG OG actif (biplan) (%)        | 10,5 (±4,79)  | 10,9 (±4,82)                      | 8,51 (±4,30)          | 0,11            |

FEOG : fraction d'éjection de l'oreillette gauche ; FROG : fraction de raccourcissement de l'oreillette gauche ; OG : oreillette gauche ; SLG : strain longitudinal global.

#### 4.2.2.2. Analyse de la courbe ROC du pic du strain longitudinal global de l'oreillette gauche (en biplan)

La courbe ROC (figure 5) a mis en évidence une valeur seuil optimale du pic du SLG de l'OG (en biplan) à 17% afin d'identifier les patients à risque de récurrence d'arythmie atriale après une isolation des VP par cryothérapie, avec une sensibilité de 78% et une spécificité de 77%. L'aire sous la courbe était à 0,74 ( $p = 0,04$ ).

Figure 5. Courbe ROC



AUC : area under the curve (aire sous la courbe) ; SLG : strain longitudinal global.

### 4.3. Caractéristiques de la procédure d’ablation de fibrillation atriale

#### 4.3.1. Anatomie des veines pulmonaires

L’anatomie des veines pulmonaires est détaillée dans le tableau 4.

Dix patients étaient porteurs d’un tronc commun veineux pulmonaire (tronc commun gauche pour l’ensemble de ces patients).

Les patients porteurs d’un tronc commun présentaient significativement plus de récurrence que les patients sans tronc commun en analyse univariée ( $p = 0,022$ ).

Tableau 4. Anatomie des veines pulmonaires

|                     | Population totale<br>(n = 65) | Absence de récurrence<br>(n = 52) | Récurrence<br>(n = 13) | p            |
|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------|
| <b>Tronc commun</b> |                               |                                   |                        |              |
| Tronc commun gauche | 10 (15%)                      | 5 (9,6%)                          | 5 (38%)                | <b>0,022</b> |
| Tronc commun droit  | 0                             | 0                                 | 0                      |              |

#### 4.3.2. Données de la procédure d’ablation de fibrillation atriale

Les caractéristiques de la procédure d’ablation de FA sont détaillées dans le tableau 5. Les 10 patients présentant un tronc commun n’ont pas été inclus dans cette analyse.

Tous les patients ont eu une procédure d’isolation des VP par cryothérapie avec un ballon de deuxième génération de 28 mm.

Aucun paramètre de la procédure d’ablation de FA ne présentait une différence statistiquement significative en analyse univariée entre les 2 groupes.

Tableau 5. Caractéristiques de la procédure

|   | Population totale,<br>hors tronc<br>commun<br>(n = 55) | Absence de<br>récidive<br>(n = 47) | Récidive<br>(n = 8) | p     |
|---|--|------------------------------------|---------------------|-------|
| <b>Succès d'isolation des 4 VP</b>                      | 51 (93%)   | 43 (91%)                           | 8 (100%)            | 1     |
| <b>Nombre d'applications moyen par veine</b>            | 1,42 (0,677)   | 1,38 (±0,582)                      | 1,62 (±1,12)        | 0,95  |
| <b>Temps de déconnexion moyen par veine (sec)</b>       | 43,5 (14,1)  | 44,8 (±14,6)                       | 36,4 (±7,81)        | 0,087 |
| <b>Durée application totale moyenne par veine (sec)</b> | 247 (68,5)   | 244 (±64,4)                        | 265 (±92,3)         | 0,68  |
| <b>Durée de la procédure (min)</b>                      | 54,9 (13,7)  | 54,0 (±10,4)                       | 60,6 (±26,2)        | 0,96  |
| <b>Temps de scopie (min)</b>                            | 7,04 (3,01)  | 6,91 (±2,80)                       | 7,81 (±4,19)        | 0,84  |
| <b>Veine pulmonaire supérieure gauche</b>               |  |                                    |                     |       |
| Succès d'isolation                                      | 55 (100%)  | 47 (100%)                          | 8 (100%)            | 1     |
| Nombre d'applications                                   | 1,29 (1,18)  | 1,13 (±0,494)                      | 2,25 (±2,82)        | 0,085 |
| Temps de déconnexion (sec)                              | 49,3 (19,2)  | 51,4 (±19,7)                       | 37,6 (±11,1)        | 0,06  |
| Durée d'application totale (sec)                        | 246 (91,4)   | 235 (±69,9)                        | 311 (±162)          | 0,15  |
| <b>Veine pulmonaire inférieure gauche</b>               |  |                                    |                     |       |
| Succès d'isolation                                      | 54 (98%)   | 46 (98%)                           | 8 (100%)            | 1     |
| Nombre d'applications                                   | 1,51 (1,54)  | 1,55 (±1,65)                       | 1,25 (±0,463)       | 0,99  |
| Temps de déconnexion (sec)                              | 43,6 (26,3)  | 43,2 (±27,9)                       | 45,1 (±18,9)        | 0,43  |
| Durée d'application totale (sec)                        | 254 (94,6)   | 255 (±101)                         | 249 (±41,6)         | 0,6   |
| <b>Veine pulmonaire supérieure droite</b>               |  |                                    |                     |       |
| Succès d'isolation                                      | 54 (98%)   | 46 (98%)                           | 8 (100%)            | 1     |
| Nombre d'applications                                   | 1,25 (0,645)   | 1,21 (±0,549)                      | 1,50 (±1,07)        | 0,53  |
| Temps de déconnexion (sec)                              | 31,3 (14,0)  | 32,1 (±15,0)                       | 27,9 (±9,34)        | 0,62  |
| Durée d'application totale (sec)                        | 217 (103)  | 212 (±99,1)                        | 253 (±129)          | 0,26  |
| <b>Veine pulmonaire inférieure droite</b>               |  |                                    |                     |       |
| Succès d'isolation                                      | 52 (95%)   | 44 (94%)                           | 8 (100%)            | 1     |
| Nombre d'applications                                   | 1,59 (0,858)   | 1,61 (±0,881)                      | 1,50 (±0,756)       | 0,8   |
| Temps de déconnexion (sec)                              | 53,7 (31,3)  | 56,6 (±32,2)                       | 39,3 (±23,7)        | 0,24  |
| Durée d'application totale (sec)                        | 264 (106)  | 265 (±104)                         | 256 (±122)          | 0,81  |

min : minutes ; sec : secondes ; VP : veines pulmonaires.

### 4.3.3. Evènements indésirables en post-procédure

Les évènements indésirables en post-procédure sont détaillés dans le tableau 6.

Le seul paramètre présentant une différence statistiquement significative entre les 2 groupes en analyse univariée était la récurrence de FA en post-interventionnel immédiat (dans les 24 heures suivant la procédure) ( $p = 0,037$ ).

Les épanchements péricardiques étaient tous millimétriques.

Tableau 6. Evènements indésirables en post-procédure

|   | Population totale<br>(n = 65) | Absence de récurrence<br>(n = 52) | Récurrence<br>(n = 13) | p            |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------|
| Survenue d'au moins un évènement indésirable              | 10 (15%)                      | 7 (13%)                           | 3 (23%)                | 0,4          |
| Epanchement péricardique                                  | 4 (6,2%)                      | 3 (5,8%)                          | 1 (7,7%)               | 1            |
| Tamponnade  | 0                             | 0                                 | 0                      |              |
| Paralysie phrénique                                       | 2 (3,1%)                      | 2 (3,8%)                          | 0                      | 1            |
| Hématome au point de ponction                             | 3 (4,6%)                      | 2 (3,8%)                          | 1 (7,7%)               | 0,49         |
| Récurrence de FA en post-interventionnel immédiat (< 24h) | 2 (3,1%)                      | 0                                 | 2 (15%)                | <b>0,037</b> |
| AVC   | 0                             | 0                                 | 0                      |              |
| Décès   | 0                             | 0                                 | 0                      |              |

AVC : accident vasculaire cérébral ; FA : fibrillation atriale.

#### 4.4. Comparaison avec la population saine de fibrillation atriale

##### 4.4.1. Caractéristiques des populations

Une ETT a été réalisée chez 20 patients ne présentant pas de FA afin de comparer les paramètres échocardiographiques d'une population saine de FA avec ceux de la population étudiée.

Les caractéristiques de ces 2 populations sont détaillées dans le tableau 7. Il était retrouvé en analyse univariée une différence statistiquement significative entre ces 2 populations sur l'âge et la présence d'une HTA.

Tableau 7. Caractéristiques de la population saine de fibrillation atriale

|   | Population de l'étude<br>(n = 65) | Population saine de FA<br>(n = 20) | p            |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|--------------|
| Age (années)                                    | 62,2 (±11,8)                      | 44,1 (±14,5)                       | <0,001       |
| <b>Sexe</b>                                     |                                   |                                    |              |
| Homme   | 45 (69%)                          | 10 (50%)                           | 0,12         |
| Femme   | 20 (31%)                          | 10 (50%)                           | 0,12         |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )                        | 27,3 (±5,15)                      | 26,0 (±5,27)                       | 0,36         |
| Surpoids ou obésité                             | 43 (66%)                          | 11 (55%)                           | 0,36         |
| HTA   | 38 (58%)                          | 5 (26%)                            | <b>0,014</b> |
| Diabète   | 6 (9,2%)                          | 0                                  | 0,33         |
| Dyslipidémie                                    | 21 (32%)                          | 3 (16%)                            | 0,16         |
| Tabagisme actif                                 | 4 (6,2%)                          | 2 (11%)                            | 0,61         |
| Tabagisme sevré                                 | 21 (32%)                          | 4 (21%)                            | 0,35         |
| Hérédité coronarienne                           | 2 (3,1%)                          | 2 (11%)                            | 0,22         |
| AVC ou accident embolique                       | 2 (3,1%)                          | 2 (11%)                            | 0,22         |
| Syndrome d'apnée du sommeil                     | 15 (23%)                          | 1 (5,3%)                           | 0,1          |
| Créatininémie (µmol/l)                          | 82,1 (±21,5)                      | 72,4 (±13,9)                       | 0,094        |
| DFG Cockroft (ml/min)                           | 96,4 (±31,1)                      | 109 (±24,0)                        | 0,059        |
| Coronaropathie                                  | 6 (9,2%)                          | 0                                  | 0,33         |
| Ethylisme chronique                             | 0                                 | 0                                  |              |
| Hypothyroïdie                                   | 6 (9,2%)                          | 2 (11%)                            | 1            |
| Hyperthyroïdie                                  | 0                                 | 0                                  |              |
| Insuffisance cardiaque                          | 7 (11%)                           | 0                                  | 0,34         |
| Maladie vasculaire périphérique                 | 1 (1,5%)                          | 0                                  | 1            |
| Antécédent de flutter typique                   | 12 (18%)                          | 0                                  | 0,06         |
| <b>Score CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc</b> |                                   |                                    |              |
| 0   | 9 (14%)                           | 6 (32%)                            | 0,094        |
| 1   | 18 (28%)                          | 8 (42%)                            | 0,23         |
| 2   | 17 (26%)                          | 4 (21%)                            | 0,77         |
| 3   | 15 (23%)                          | 1 (5,3%)                           | 0,1          |
| 4   | 5 (7,7%)                          | 0                                  | 0,58         |
| 5   | 0                                 | 0                                  |              |
| 6   | 0                                 | 0                                  |              |
| 7   | 1 (1,5%)                          | 0 (0%)                             | 1            |

DFG : débit de filtration glomérulaire ; HTA : hypertension artérielle ; IMC : indice de masse corporelle.

## 4.4.2. Caractéristiques à l'échocardiographie

### 4.4.2.1. Caractéristiques générales à l'échocardiographie

Les caractéristiques générales à l'ETT de la population de l'étude et de la population saine de FA sont détaillées dans le tableau 8.

En analyse univariée, il était retrouvé une différence statistiquement significative sur le rythme cardiaque pendant l'ETT, la fréquence cardiaque, l'épaisseur de la frange graisseuse épiscopordique mesurée à la paroi libre du VD, l'onde S à l'anneau tricuspide, le diamètre télé diastolique du VG, la taille de l'OG (diamètre, surface et volume), et la taille de l'OD (surface).

Tableau 8. Comparaison des caractéristiques à l'échocardiographie entre la population saine de fibrillation atriale et la population étudiée

|   | Population de l'étude<br>(n = 65) | Population saine de FA<br>(n = 20) | p                |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|
| <b>Rythme cardiaque pendant l'ETT</b>           |                                   |                                    |                  |
| Sinusal   | 51 (78%)                          | 20 (100%)                          | <b>0,033</b>     |
| Fibrillation atriale                            | 13 (20%)                          | 0 (0%)                             | <b>0,032</b>     |
| Flutter atrial                                  | 1 (1,5%)                          | 0 (0%)                             | 1                |
| FEVG en Simpson biplan (%)                      | 62,4 (±9,39)                      | 64,1 (±6,32)                       | 0,7              |
| Fréquence cardiaque (bpm)                       | 65,8 (±19,0)                      | 73,8 (±13,9)                       | <b>&lt;0,01</b>  |
| ITV sous-aortique (cm)                          | 22,1 (±5,37)                      | 21,4 (±5,12)                       | 0,49             |
| Epaisseur de la frange graisseuse VD (mm)       | 5,61 (±2,57)                      | 3,40 (±1,47)                       | <b>&lt;0,001</b> |
| Onde S tricuspide (cm/s)                        | 12,2 (±2,70)                      | 14,2 (±1,81)                       | <b>&lt;0,01</b>  |
| TAPSE (mm)                                      | 22,0 (±4,13)                      | 23,2 (±3,47)                       | 0,28             |
| Diamètre télé-diastolique VG (mm)               | 51,9 (±6,10)                      | 47,6 (±4,15)                       | <b>&lt;0,01</b>  |
| Volume télé-diastolique VG (ml/m <sup>2</sup> ) | 50,4 (±18,4)                      | 47,8 (±6,51)                       | 0,92             |
| Dilatation VG                                   | 7 (11%)                           | 0                                  | 0,19             |
| Diamètre OG (mm)                                | 43,6 (±6,67)                      | 34,0 (±3,78)                       | <b>&lt;0,001</b> |
| Surface OG (cm <sup>2</sup> )                   | 22,1 (±5,05)                      | 15,2 (±2,61)                       | <b>&lt;0,001</b> |
| Volume OG (ml/m <sup>2</sup> )                  | 35,7 (±10,9)                      | 21,9 (±4,49)                       | <b>&lt;0,001</b> |
| Dilatation OG                                   | 33 (51%)                          | 0                                  | <b>&lt;0,001</b> |
| Surface OD (cm <sup>2</sup> )                   | 17,5 (±4,33)                      | 13,7 (±2,18)                       | <b>&lt;0,001</b> |
| Dilatation OD                                   | 32 (49%)                          | 0                                  | <b>&lt;0,001</b> |

bpm : battements par minute ; ETT : échocardiographie trans-thoracique ; FA : fibrillation atriale ; FEVG : fraction d'éjection ventriculaire gauche ; ITV : intégrale temps-vitesse ; OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche.

#### 4.4.2.2. Paramètres de la fonction atriale gauche à l'échocardiographie

Les paramètres de la fonction de l'OG à l'ETT des 2 populations sont détaillés dans le tableau 9.

Les 14 patients qui étaient en arythmie supra-ventriculaire au moment de l'ETT pré interventionnelle n'ont pas été inclus dans l'étude de l'analyse de la fonction de l'OG à l'ETT.

Il était retrouvé, en analyse univariée, une différence statistiquement significative entre les patients des 2 groupes sur tous les paramètres de la fonction de l'OG à l'ETT en dehors de l'onde E mitrale, l'onde A mitrale, le rapport E/A, et le rapport E/e' moyen.

Tableau 9. Comparaison des paramètres de la fonction atriale gauche à l'échocardiographie entre la population saine de fibrillation atriale et la population étudiée en rythme sinusal lors de l'échocardiographie

|                                  | Population de l'étude, hors<br>arythmie supra-ventriculaire<br>(n = 51) | Population saine de FA<br>(n = 20) | p      |
|----------------------------------|---|------------------------------------|--------|
| <b>Fonction réservoir</b>        |   |                                    |        |
| FROG (4 cavités) (%)             | 35,9 (±9,59)  | 49,0 (±6,75)                       | <0,001 |
| FEOG totale (biplan) (%)         | 46,1 (±12,0)  | 62,0 (±6,10)                       | <0,001 |
| Strain OG pic (4 cavités) (%)    | 23,2 (±8,40)  | 44,8 (±7,98)                       | <0,001 |
| Strain OG pic (2 cavités) (%)    | 23,0 (±10,3)  | 45,8 (±5,58)                       | <0,001 |
| SLG OG pic (biplan) (%)          | 23,1 (±8,93)  | 45,3 (±5,65)                       | <0,001 |
| <b>Fonction conduit</b>          |   |                                    |        |
| E (cm/s)                         | 77,3 (±20,6)  | 77,3 (±12,6)                       | 0,74   |
| e' latéral (cm/s)                | 11,4 (±3,07)  | 13,7 (±3,54)                       | 0,018  |
| e' septal (cm/s)                 | 8,95 (±2,77)  | 10,7 (±2,94)                       | 0,039  |
| E/A                              | 1,28 (±0,469)   | 1,16 (±0,369)                      | 0,37   |
| E/e' moyen                       | 7,73 (±2,47)  | 6,54 (±1,92)                       | 0,058  |
| FEOG passive (biplan) (%)        | 26,8 (±11,8)  | 34,6 (±11,6)                       | <0,01  |
| Strain OG passif (4 cavités) (%) | 13,0 (±5,74)  | 25,2 (±6,99)                       | <0,001 |
| Strain OG passif (2 cavités) (%) | 12,2 (±6,59)  | 21,6 (±6,31)                       | <0,001 |
| SLG OG passif (biplan) (%)       | 12,6 (±5,69)  | 23,4 (±5,25)                       | <0,001 |
| <b>Fonction pompe</b>            |   |                                    |        |
| A (cm/s)                         | 61,8 (±17,1)  | 71,2 (±18,6)                       | 0,067  |
| FEOG active (biplan) (%)         | 26,3 (±11,2)  | 40,7 (±10,9)                       | <0,001 |
| Strain OG actif (4 cavités) (%)  | 10,2 (±4,69)  | 19,5 (±5,59)                       | <0,001 |
| Strain OG actif (2 cavités) (%)  | 10,7 (±5,53)  | 24,3 (±6,99)                       | <0,001 |
| SLG OG actif (biplan) (%)        | 10,5 (±4,79)  | 21,9 (±5,20)                       | <0,001 |

FA : fibrillation atriale ; FEOG : fraction d'éjection de l'oreillette gauche ; FROG : fraction de raccourcissement de l'oreillette gauche ; OG : oreillette gauche ; SLG : strain longitudinal global.

## 4.5. Suivi

### 4.5.1. Consultation de suivi

Une consultation avait lieu à 4 mois de la procédure d'ablation de FA. Elle a été réalisée au CHU de Rouen pour 46 patients (soit 70,8 % de la population de l'étude) et au Groupe Hospitalier du Havre pour 19 patients (soit 29,2 % de la population de l'étude).

### 4.5.2. Récidive d'arythmie atriale

Le taux de récidive d'arythmie supra-ventriculaire de type FA, flutter ou tachycardie atriale à 4 mois était de 20% (soit 13 patients sur 65).

Le rythme de récidive était de la FA pour 92,3% des patients (12 patients) et du flutter atypique pour 7,7% des patients (1 patient).

En raison d'un faible nombre d'évènement, il n'a pas été possible de réaliser d'analyse multivariée.

### 4.5.3. Survenue d'une deuxième procédure d'ablation au cours du suivi

Il a été réalisé une deuxième procédure d'ablation de FA chez 7 des 13 patients (53,8%) ayant présenté une récidive d'arythmie supra-ventriculaire.

Ces 7 procédures ont été réalisées par radiofréquence avec cartographie de l'OG.

Une reconnexion d'au moins une VP était retrouvée chez 6 de ces 7 patients (85,7%). Il s'agissait de la VP supérieure gauche dans 33,3% des cas (2 patients), de la VP inférieure gauche dans 16,7% des cas (1 patient), de la VP supérieure droite dans 83,3% des cas (5 patients), de la VP inférieure droite dans 16,7% des cas (1 patient), et d'un tronc commun gauche dans 16,7% des cas (1 patient). Sur ces 6 patients ayant au moins une VP de reconnectée, 4 (66,7%) en avait une seule de reconnectée, 1 (16,7%) en avait deux de reconnectées, et 1 (16,7%) en avait quatre de reconnectées.

En plus d'une nouvelle isolation des VP reconnectées, il a été réalisé chez 4 de ces 6 patients une isolation de la veine cave supérieure, et chez 1 de ces 6 patients une défragmentation de l'OG. Il n'a pas été réalisé de défragmentation de l'OG ni de nouvelle ligne d'ablation chez le dernier patient.

Chez le patient ne présentant pas de reconnexion des VP, il a été réalisé une alcoolisation de la veine de Marshall et une ablation de l'isthme gauche.

#### 4.5.4. Comparaison des caractéristiques à l'échocardiographie pré et post-ablation

##### 4.5.4.1. Caractéristiques générales à l'échocardiographie pré et post-ablation

Sur les 52 patients n'ayant pas présenté de récurrence d'arythmie atriale, 32 ont eu un contrôle ETT à 4 mois.

Les caractéristiques générales à l'ETT en pré et post-ablation chez les patients sans récurrence d'arythmie atriale sont détaillées dans le tableau 10.

Il était retrouvé de façon statistiquement significative en analyse univariée, une élévation moyenne du TAPSE de 1,44 mm ( $p = 0,039$ ), une diminution moyenne de 2,15 mm du diamètre de l'OG ( $p = 0,027$ ), et une diminution moyenne de la surface de l'OG de 1,75 cm<sup>2</sup> ( $p = 0,043$ ).

Il était également retrouvé une légère diminution du volume de l'OG de 3,09 ml/m<sup>2</sup>, mais non significative ( $p = 0,066$ ).

Tableau 10. Comparaison des caractéristiques à l'échocardiographie avant et après ablation chez les patients sans récurrence d'arythmie atriale

|   | Avant ablation<br>(n = 52) | Après ablation<br>(n = 32) | Δ moyenne | p            |
|---|----------------------------|----------------------------|-----------|--------------|
| FEVG en Simpson biplan (%)                      | 62,1 (±10,2)               | 63,6 (±5,96)               | 1,49      | 0,37         |
| Fréquence cardiaque (bpm)                       | 63,4 (±15,1)               | 69,8 (±11,8)               | 6,49      | 0,083        |
| ITV sous-aortique (cm)                          | 22,5 (±5,69)               | 21,4 (±4,44)               | -1,12     | 0,39         |
| Épaisseur de la frange graisseuse VD (mm)       | 5,18 (±2,41)               | 5,03 (±2,22)               | -0,152    | 0,7          |
| Onde S tricuspide (cm/s)                        | 12,1 (±2,72)               | 13,2 (±2,06)               | 1,05      | 0,24         |
| TAPSE (mm)                                      | 22,4 (±4,00)               | 23,8 (±3,94)               | 1,44      | <b>0,039</b> |
| Diamètre télé-diastolique VG (mm)               | 52,2 (±5,73)               | 49,7 (±5,18)               | -2,47     | 0,11         |
| Volume télé-diastolique VG (ml/m <sup>2</sup> ) | 50,7 (±18,3)               | 52,8 (±12,1)               | 2,15      | 0,13         |
| Dilatation VG                                   | 5 (9,6%)                   | 2 (6,2%)                   |           | 1            |
| Diamètre OG (mm)                                | 43,2 (±6,81)               | 41,0 (±6,94)               | -2,15     | <b>0,027</b> |
| Surface OG (cm <sup>2</sup> )                   | 21,8 (±4,97)               | 20,0 (±5,37)               | -1,75     | <b>0,043</b> |
| Volume OG (ml/m <sup>2</sup> )                  | 35,4 (±11,1)               | 32,4 (±10,6)               | -3,09     | 0,066        |
| Dilatation OG                                   | 26 (50%)                   | 14 (45%)                   |           | 0,62         |
| Surface OD (cm <sup>2</sup> )                   | 17,4 (±4,35)               | 16,4 (±3,49)               | -1,00     | 0,38         |
| Dilatation OD                                   | 26 (50%)                   | 11 (35%)                   |           | 0,5          |

bpm : battements par minute ; ETT : échocardiographie trans-thoracique ; FEVG : fraction d'éjection ventriculaire gauche ; ITV : intégrale temps-vitesse ; OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche.

#### 4.5.4.2. Paramètres de la fonction atriale gauche à l'échocardiographie pré et post-ablation

Sur les 52 patients n'ayant pas présenté de récurrence d'arythmie atriale, 32 ont eu un contrôle ETT à 4 mois.

Sur ces 32 patients, 10 étaient en arythmie supra-ventriculaire au moment de l'échocardiographie pré-interventionnelle, et n'ont pas été inclus dans l'analyse du strain et de la fonction de l'OG (9 patients en FA et 1 en flutter atrial).

Les paramètres de la fonction de l'OG à l'ETT en pré et post-ablation chez les patients sans récurrence d'arythmie atriale sont détaillés dans le tableau 11.

Il était retrouvé en analyse univariée une différence statistiquement significative uniquement sur la vitesse de l'onde e' latérale et septale à l'anneau mitral.

Tableau 11. Comparaison des paramètres de la fonction atriale gauche à l'échocardiographie avant et après ablation chez les patients sans récurrence d'arythmie atriale et en rythme sinusal lors de l'échocardiographie

|                                  | Avant ablation, hors<br>arythmie supra-<br>ventriculaire<br>(n = 42) | Après ablation, hors<br>arythmie supra-<br>ventriculaire<br>(n = 22) | Δ moyenne | p            |
|----------------------------------|--|--|-----------|--------------|
| <b>Fonction réservoir</b>        |  |  |           |              |
| FROG (4 cavités) (%)             | 36,6 (±9,25)   | 37,3 (±10,3)   | 0,697     | 0,99         |
| FEOG totale (biplan) (%)         | 46,2 (±12,2)   | 49,1 (±10,1)   | 2,89      | 0,31         |
| Strain OG pic (4 cavités) (%)    | 24,6 (±8,17)   | 26,9 (±7,83)   | 2,35      | 0,54         |
| Strain OG pic (2 cavités) (%)    | 23,8 (±10,5)   | 29,5 (±10,3)   | 5,72      | 0,4          |
| SLG OG pic (biplan) (%)          | 24,2 (±8,92)   | 28,1 (±8,63)   | 3,93      | 0,3          |
| <b>Fonction conduit</b>          |  |  |           |              |
| E (cm/s)                         | 73,7 (±18,4)   | 68,2 (±16,0)   | -5,48     | 0,1          |
| e' latéral (cm/s)                | 11,2 (±3,00)   | 11,2 (±3,19)   | 0,0157    | <b>0,017</b> |
| e' septal (cm/s)                 | 9,07 (±2,85)   | 8,61 (±2,84)   | -0,457    | <b>0,047</b> |
| E/A                              | 1,24 (±0,459)  | 1,15 (±0,378)  | -0,0877   | 0,71         |
| E/e' moyen                       | 7,59 (±2,58)   | 7,12 (±1,87)   | -0,472    | 0,38         |
| FEOG passive (biplan) (%)        | 27,1 (±12,1)   | 26,7 (±10,2)   | -0,403    | 0,73         |
| Strain OG passif (4 cavités) (%) | 13,8 (±5,83)   | 13,7 (±5,84)   | -0,0569   | 0,37         |
| Strain OG passif (2 cavités) (%) | 12,8 (±6,74)   | 14,2 (±6,74)   | 1,39      | 0,84         |
| SLG OG passif (biplan) (%)       | 13,3 (±5,79)   | 14,0 (±5,86)   | 0,732     | 0,49         |
| <b>Fonction pompe</b>            |  |  |           |              |
| A (cm/s)                         | 60,6 (±16,2)   | 62,7 (±15,3)   | 2,12      | 0,6          |
| FEOG active (biplan) (%)         | 26,1 (±11,2)   | 30,3 (±11,6)   | 4,15      | 0,11         |
| Strain OG actif (4 cavités) (%)  | 10,8 (±4,58)   | 13,2 (±5,10)   | 2,41      | 0,23         |
| Strain OG actif (2 cavités) (%)  | 11,0 (±5,71)   | 15,3 (±6,87)   | 4,34      | 0,12         |
| SLG OG actif (biplan) (%)        | 10,9 (±4,82)   | 14,1 (±5,43)   | 3,20      | 0,079        |

FEOG : fraction d'éjection de l'oreillette gauche ; FROG : fraction de raccourcissement de l'oreillette gauche ; OG : oreillette gauche ; SLG : strain longitudinal global.

## 5. Discussion

Dans cette étude, nous avons un taux de récurrence d'arythmie supra-ventriculaire de 20% à 4 mois. Ce taux est cohérent avec les taux de récurrence décrits dans la littérature (13,23).

Nous retrouvons deux marqueurs échocardiographiques de risque de récurrence d'arythmie atriale après une première procédure d'ablation de FA par cryothérapie : une frange graisseuse épiscardique mesurée à la paroi libre du VD plus épaisse, ainsi qu'une diminution du pic du SLG de l'OG en incidence biplan avec une valeur seuil optimale définie à 17% sur la courbe ROC afin d'identifier les patients à risque de récurrence (sensibilité de 78% et spécificité de 77%). Il n'était cependant pas retrouvé de différence significative entre le SLG de l'OG passif (fonction conduit) et actif (fonction pompe) entre les 2 groupes. L'altération de la fonction réservoir semblerait être la seule favorisant les récurrences d'arythmie atriale après une ablation de FA par cryothérapie, témoignant d'une altération de la compliance de l'OG plus importante chez ces patients, pouvant être en lien avec de la fibrose. Nous ne retrouvons également pas de différence sur les autres paramètres de la fonction atriale gauche, notamment la FEOG et la FROG.

Contrairement à d'autres études portant sur l'ablation de FA, nous ne retrouvons pas de différence sur le volume atrial gauche entre les deux groupes (14,16,17). Cependant, chez les patients n'ayant pas récidivé de FA, nous avons constaté une diminution de la taille de l'OG à distance de la procédure d'ablation. L'ablation de FA favoriserait donc le remodelage inverse de l'OG, ce qui avait déjà été évoqué dans la littérature (24). Néanmoins, nous ne retrouvons pas de différence statistiquement significative sur le strain de l'OG ou sur les autres paramètres de la fonction atriale gauche chez ces patients à distance de la procédure d'ablation.

Peu d'études ont évalué le lien entre la récurrence de FA après une ablation par cryothérapie et le SLG de l'OG. Dans une étude parue en 2019, concernant 190 patients en post-procédure d'ablation de FA par cryothérapie, il était également retrouvé que l'augmentation de l'épaisseur de la frange graisseuse épiscardique et la diminution du strain de l'OG étaient des facteurs prédictifs de récurrence, avec une valeur seuil du pic du SLG de l'OG définie à 18,1% afin d'identifier les patients à risque de récurrence, pour une sensibilité de 93% et une spécificité de 86% (20). Les données de notre étude sont cohérentes et confortent ces résultats. De la même façon, d'autres études concernant des procédures par radiofréquence ont retrouvé des résultats similaires en faveur du rôle prédictif que peut avoir une altération du SLG de l'OG (18,19,25).

Quand nous avons comparé les données échocardiographiques des patients de cette étude atteint de FA par rapport à une population saine de FA, de nombreuses différences ont été mises en évidence. De manière statistiquement significative, les patients n'ayant jamais présenté de FA avaient une frange graisseuse épicaudique moins épaisse, des oreillettes gauches et droites moins volumineuses, avec des paramètres de fonction atriale gauche meilleurs que chez les patients présentant de la FA, avec notamment un pic SLG de l'OG à 45,3% contre 23,1% chez les patients présentant de la FA. Ces valeurs sont cohérentes avec les valeurs de référence de la fonction atriale gauche à l'ETT chez le sujet sain qui avaient été publiées dans l'étude NORRE, une étude où 371 sujets sains (âge médian de 45 ans) avaient été inclus (22). Cela témoigne bien des remaniements de l'OG et de l'atteinte de ses trois fonctions (réservoir, conduit et pompe) chez les patients présentant de la FA. D'ailleurs, Kojima et al. ont retrouvé une corrélation entre la charge en FA et l'altération du strain de l'OG (26). L'ensemble de ces constats pourrait d'ailleurs être d'un intérêt non négligeable dans le dépistage de la FA paroxystique ainsi que dans la gestion des thérapeutiques au long cours, certaines études ayant effectivement retrouvé une association entre l'altération du strain et le risque d'AVC dans un contexte de FA (27).

Par ailleurs, et en accord avec les données de la littérature, nous retrouvons dans notre étude que le surpoids favoriserait les récurrences d'arythmie atriale (28,29). En effet, 92% des patients présentant une récurrence présentaient un IMC supérieur à 25 kg/m<sup>2</sup>. Nous ne retrouvons pas de différence statistiquement significative sur le caractère paroxystique ou persistant de la FA, ni sur son ancienneté, ni sur la durée des épisodes. La présence d'un tronc commun favorisait également de façon significative les récurrences, notamment du fait d'un risque de reconnexion plus important (30). Cependant, dans notre étude, aucun paramètre de la procédure d'ablation de FA ne différait entre les 2 groupes.

Dans les suites de l'intervention, 15% des patients ont présenté des complications mais qui sont néanmoins restées mineures. Les 2 patients ayant présenté des récurrences de FA en post interventionnel immédiat (dans les 24 heures suivant la procédure) ont finalement présenté une récurrence avérée à 4 mois de l'intervention. Ceci est cohérent avec les données de la littérature, les récurrences précoces de FA ayant déjà été retrouvées comme prédictives d'une récurrence à plus long terme même s'il est communément admis de considérer les deux premiers mois post-interventionnel comme une période de blanking (14,17).

## 6. Limites

Malgré que ce travail ait été réalisé de manière prospective, cette étude est monocentrique avec un faible nombre de patient inclus.

La taille de l'effectif peut s'expliquer en partie par l'exclusion de nombreux patients chez qui il n'a pas été possible de réaliser une ETT pré-ablation sur le centre de l'étude avant l'intervention (76 patients, soit 55% de la population totale). De plus, il n'a pas été possible d'inclure 14 des 65 patients de cette étude (soit 22%) dans l'analyse de la fonction de l'OG à l'ETT. Ces 14 patients étant en arythmie supra-ventriculaire au moment de l'ETT, les critères échocardiographiques de la fonction de l'OG à l'ETT n'étaient pas évaluables.

En raison d'un faible nombre de récurrence, seulement 13, il n'a pas été possible de réaliser d'analyse statistique multivariée, ce qui limite la fiabilité des résultats de cette étude.

L'échographie étant un examen opérateur dépendant, la présence d'un unique opérateur dans cette étude peut constituer un biais dans l'interprétation des résultats. De plus, l'analyse du strain de l'OG est une mesure qui nécessite une bonne visualisation des parois de l'OG et la valeur du strain peut être sous-estimée chez des patients peu échogène.

Par ailleurs, le suivi de nos patients était de 4 mois et non de 12 mois comme dans la plupart des études portant sur l'ablation de fibrillation atriale, ce qui peut entraîner une sous-estimation des patients ayant présenté une récurrence d'arythmie atriale à plus long terme.

## 7. Conclusion

Nous avons mis en évidence dans notre étude que la diminution du SLG de l'OG pouvait être un paramètre échocardiographique prédictif de récurrence d'arythmie atriale après une première procédure d'ablation par cryothérapie. L'évaluation des paramètres échocardiographiques de la fonction atriale gauche pourrait s'avérer intéressante afin de guider la sélection des patients avant une procédure d'ablation de fibrillation atriale par cryothérapie.

## 8. Bibliographie

1. Chugh SS, Havmoeller R, Narayanan K, Singh D, Rienstra M, Benjamin EJ, et al. Worldwide Epidemiology of Atrial Fibrillation: A Global Burden of Disease 2010 Study. *Circulation*. 25 févr 2014;129(8):837-47.
2. Krijthe BP, Kunst A, Benjamin EJ, Lip GYH, Franco OH, Hofman A, et al. Projections on the number of individuals with atrial fibrillation in the European Union, from 2000 to 2060. *European Heart Journal*. 1 sept 2013;34(35):2746-51.
3. Morin DP, Bernard ML, Madias C, Rogers PA, Thihalolipavan S, Estes NAM. The State of the Art. *Mayo Clinic Proceedings*. déc 2016;91(12):1778-810.
4. 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*. 3 sept 1998;339(10):659-66.
5. Schotten U, Verheule S, Kirchhof P, Goette A. Pathophysiological Mechanisms of Atrial Fibrillation: A Translational Appraisal. *Physiological Reviews*. janv 2011;91(1):265-325.
6. Vizzardi E, Curnis A, Latini MG, Salghetti F, Rocco E, Lupi L, et al. Risk factors for atrial fibrillation recurrence: a literature review. *Journal of Cardiovascular Medicine*. mars 2014;15(3):235-53.
7. Jaïs P, Cauchemez B, Macle L, Daoud E, Khairy P, Subbiah R, et al. Catheter Ablation Versus Antiarrhythmic Drugs for Atrial Fibrillation: The A4 Study. *Circulation*. 9 déc 2008;118(24):2498-505.
8. Blomström-Lundqvist C, Gizurarson S, Schwieler J, Jensen SM, Bergfeldt L, Kennebäck G, et al. Effect of Catheter Ablation vs Antiarrhythmic Medication on Quality of Life in Patients With Atrial Fibrillation: The CAPTAF Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 19 mars 2019;321(11):1059.
9. Mark DB, Anstrom KJ, Sheng S, Piccini JP, Baloch KN, Monahan KH, et al. Effect of Catheter Ablation vs Medical Therapy on Quality of Life Among Patients With Atrial Fibrillation: The CABANA Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2 avr 2019;321(13):1275.
10. Mont L, Bisbal F, Hernández-Madrid A, Pérez-Castellano N, Viñolas X, Arenal A, et al. Catheter ablation vs. antiarrhythmic drug treatment of persistent atrial fibrillation: a multicentre, randomized, controlled trial (SARA study). *European Heart Journal*. 21 févr 2014;35(8):501-7.
11. Shi L-Z, Heng R, Liu S-M, Leng F-Y. Effect of catheter ablation versus antiarrhythmic drugs on atrial fibrillation: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Experimental and Therapeutic Medicine*. août 2015;10(2):816-22.
12. Kuck K-H, Brugada J, Fürnkranz A, Metzner A, Ouyang F, Chun KRJ, et al. Cryoballoon or Radiofrequency Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation. *N Engl J Med*. 9 juin 2016;374(23):2235-45.
13. Arbelo E, Brugada J, Lundqvist CB, Laroche C, Kautzner J, Pokushalov E, et al. Contemporary management of patients undergoing atrial fibrillation ablation: in-hospital and 1-year follow-up findings from the ESC-EHRA atrial fibrillation ablation long-term registry. *Eur Heart J*. 18 janv 2017;ehw564.

14. Mirolo A, Chaumont C, Savoure A, Godin B, Raitière O, Eltchaninoff H, et al. Are routine cryoballoon procedural characteristics predictive of atrial arrhythmia recurrence in the long term? *Archives of Cardiovascular Diseases*. févr 2021;114(2):105-14.
15. Chew DS, Black-Maier E, Loring Z, Noseworthy PA, Packer DL, Exner DV, et al. Diagnosis-to-Ablation Time and Recurrence of Atrial Fibrillation Following Catheter Ablation: A Systematic Review and Meta-analysis of Observational Studies. :23.
16. Winkle RA, Mead RH, Engel G, Kong MH, Salcedo J, Brodt CR, et al. High-power, short-duration atrial fibrillation ablations using contact force sensing catheters: Outcomes and predictors of success including posterior wall isolation. *Heart Rhythm*. août 2020;17(8):1223-31.
17. D'Ascenzo F, Corleto A, Biondi-Zoccai G, Anselmino M, Ferraris F, di Biase L, et al. Which are the most reliable predictors of recurrence of atrial fibrillation after transcatheter ablation?: a meta-analysis. *International Journal of Cardiology*. sept 2013;167(5):1984-9.
18. Ma X-X, Zhang Y-L, Hu B, Zhu M-R, Jiang W-J, Wang M, et al. The usefulness of global left atrial strain for predicting atrial fibrillation recurrence after catheter ablation in patients with persistent and paroxysmal atrial fibrillation. *Archives of Cardiovascular Diseases*. août 2017;110(8-9):447-55.
19. Bajraktari G, Bytyçi I, Henein MY. Left atrial structure and function predictors of recurrent fibrillation after catheter ablation: a systematic review and meta-analysis. *Clin Physiol Funct Imaging*. janv 2020;40(1):1-13.
20. Koca H, Demirtas AO, Kaypaklı O, Icen YK, Sahin DY, Koca F, et al. Decreased left atrial global longitudinal strain predicts the risk of atrial fibrillation recurrence after cryoablation in paroxysmal atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol*. juin 2020;58(1):51-9.
21. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, Arbelo E, Bax JJ, Blomström-Lundqvist C, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *European Heart Journal*. 1 févr 2021;42(5):373-498.
22. Sugimoto T, Robinet S, Dulgheru R, Bernard A, Ilardi F, Contu L, et al. Echocardiographic reference ranges for normal left atrial function parameters: results from the EACVI NORRE study. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*. 1 juin 2018;19(6):630-8.
23. Bordignon S, Furnkranz A, Perrotta L, Dugo D, Konstantinou A, Nowak B, et al. High rate of durable pulmonary vein isolation after second-generation cryoballoon ablation: analysis of repeat procedures. *Europace*. 1 mai 2015;17(5):725-31.
24. Teh AW, Kistler PM, Lee G, Medi C, Heck PM, Spence SJ, et al. Long-term effects of catheter ablation for lone atrial fibrillation: Progressive atrial electroanatomic substrate remodeling despite successful ablation. *Heart Rhythm*. avr 2012;9(4):473-80.
25. Ma X-X, Boldt L-H, Zhang Y-L, Zhu M-R, Hu B, Parwani A, et al. Clinical Relevance of Left Atrial Strain to Predict Recurrence of Atrial Fibrillation after Catheter Ablation: A Meta-Analysis. *Echocardiography*. mai 2016;33(5):724-33.
26. Kojima T, Kawasaki M, Tanaka R, Ono K, Hirose T, Iwama M, et al. Left atrial global and regional function in patients with paroxysmal atrial fibrillation has already been impaired before

enlargement of left atrium: velocity vector imaging echocardiography study. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*. 1 mars 2012;13(3):227-34.

27. Alhakak AS, Biering-Sørensen SR, Møgelvang R, Modin D, Jensen GB, Schnohr P, et al. Usefulness of left atrial strain for predicting incident atrial fibrillation and ischaemic stroke in the general population. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*. 11 nov 2020;jeaa287.
28. De Maat GE, Mulder B, Berretty WL, Al-Jazairi MIH, Tan YES, Wiesfeld ACP, et al. Obesity is associated with impaired long-term success of pulmonary vein isolation: a plea for risk factor management before ablation. *Open Heart*. mai 2018;5(1):e000771.
29. Shang L, Shao M, Guo Q, Xiaokereti J, Zhao Y, Lu Y, et al. Association of Obesity Measures with Atrial Fibrillation Recurrence After Cryoablation in Patients with Paroxysmal Atrial Fibrillation. *Med Sci Monit [Internet]*. 27 févr 2020 [cité 20 sept 2021];26. Disponible sur: <https://www.medscimonit.com/abstract/index/idArt/920429>
30. Nery PB, Belliveau D, Nair GM, Bernick J, Redpath CJ, Szczotka A, et al. Relationship Between Pulmonary Vein Reconnection and Atrial Fibrillation Recurrence. *JACC: Clinical Electrophysiology*. août 2016;2(4):474-83.

## Résumé

Introduction : Environ 25% des patients présentent une récurrence de fibrillation atriale (FA) dans l'année suivant une procédure d'isolation des veines pulmonaires (IVP) par cryothérapie, ce taux de récurrence s'expliquant en partie par un remodelage atrial conséquent, récemment mis en évidence comme corrélé à l'altération du strain atrial gauche.

Objectif : L'objectif de cette étude prospective était de rechercher à l'échocardiographie des facteurs prédictifs de récurrence d'arythmie atriale après une procédure d'IVP par cryothérapie.

Méthodes : Tous les patients ayant eu une première procédure d'ablation de FA par cryothérapie au CHU de Rouen d'avril 2020 à février 2021 ont été inclus dans cette étude. Le critère de jugement principal était la récurrence d'arythmie atriale (FA, flutter, ou tachycardie atriale) survenant à 4 mois. Les critères de jugement secondaires étaient les paramètres échocardiographiques pré-ablation et à 4 mois de l'ablation (en addition aux données échocardiographiques classiques, nous renseignions l'épaisseur de la frange graisseuse épicaudique mesurée à la paroi libre du ventricule droit (VD), la fraction de raccourcissement de l'oreillette gauche (FROG), la fraction d'éjection de l'OG (FEOG), et le strain longitudinal global (SLG) de l'OG), les paramètres de la procédure d'ablation, et les complications secondaires à la procédure d'ablation.

Résultats : Sur l'ensemble de la période, 146 patients ont eu une première procédure d'ablation de FA par cryothérapie. Parmi eux, 81 patients ont été exclus de l'étude pour manque de données, aboutissant à une population étudiée de 65 patients (44,5% de la population initiale). Le taux de récurrence à 4 mois était de 20%. A l'échocardiographie, l'altération du pic du SLG de l'OG en biplan était retrouvée comme prédictive de récurrence ( $p = 0,036$ ) avec une valeur seuil identifiée à 17% sur la courbe ROC (sensibilité = 78%, spécificité = 77%, aire sous la courbe = 0,74,  $p = 0,04$ ), ainsi que l'augmentation de l'épaisseur de la frange graisseuse épicaudique ( $p = 0,011$ ). Sur les échocardiographies réalisées à 4 mois de l'intervention chez les patients n'ayant pas présenté de récurrence, nous observons une diminution significative du diamètre l'OG de 2,15 mm en moyenne ( $p = 0,027$ ) et de sa surface de 1,75 cm<sup>2</sup> ( $p = 0,043$ ).

Conclusion : La diminution du SLG de l'OG pourrait être un paramètre échocardiographique prédictif de récurrence d'arythmie atriale après une première procédure d'IVP par cryothérapie. L'évaluation des paramètres échocardiographiques de la fonction atriale gauche pourrait s'avérer intéressante afin de guider la sélection des patients avant une procédure d'ablation de fibrillation atriale par cryothérapie.