

# ReproAutoFEVG: évaluation de la fraction d'éjection du ventricule gauche aux urgences par un nouvel outil d'évaluation automatique d'un échographe de poche: étude de reproductibilité

Manon Duez

# ▶ To cite this version:

Manon Duez. ReproAutoFEVG: évaluation de la fraction d'éjection du ventricule gauche aux urgences par un nouvel outil d'évaluation automatique d'un échographe de poche: étude de reproductibilité. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03440987

# HAL Id: dumas-03440987 https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03440987

Submitted on 22 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.



### UNIVERSITE DE MONTPELLIER

## FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

## **THESE**

Pour obtenir le titre de

### **DOCTEUR EN MEDECINE**

Présentée et soutenue publiquement par

#### **Manon DUEZ**

Le 15.10.2021

# ReproAutoFEVG

Évaluation de la fraction d'éjection du ventricule gauche aux urgences par un nouvel outil d'évaluation automatique d'un échographe de poche : Étude de reproductibilité

Directeur de thèse : Pr BOBBIA Xavier

**JURY** 

Président: Pr CLARET Pierre-Géraud

Assesseurs
Pr CAYLA Guillaume,
Pr BOBBIA Xavier.

### UNIVERSITE DE MONTPELLIER

## FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

## **THESE**

Pour obtenir le titre de

### **DOCTEUR EN MEDECINE**

Présentée et soutenue publiquement par

#### **Manon DUEZ**

Le 15.10.2021

# ReproAutoFEVG

Évaluation de la fraction d'éjection du ventricule gauche aux urgences par un nouvel outil d'évaluation automatique d'un échographe de poche : Étude de reproductibilité

Directeur de thèse : Pr BOBBIA Xavier

**JURY** 

Président : Pr CLARET Pierre-Géraud

Assesseurs
Pr CAYLA Guillaume,
Pr BOBBIA Xavier.





# **PERSONNEL ENSEIGNANT**

### **Professeurs Honoraires**

ALBAT Bernard	BRUNEL Michel	HUMEAU Claude	MIRO Luis
ALLIEU Yves	CANAUD Bernard	JAFFIOL Claude	NAVARRO Maurice
ALRIC Robert	CHAPTAL Paul-André	JANBON Charles	NAVRATIL Henri
ARNAUD Bernard	CIURANA Albert-Jean	JANBON François	OTHONIEL Jacques
ASENCIO Gérard	CLOT Jacques	JARRY Daniel	PAGES Michel
ASTRUC Jacques	COSTA Pierre	JOURDAN Jacques	PEGURET Claude
AUSSILLOUX Charles	D'ATHIS Françoise	KLEIN Bernard	PELISSIER Jacques
AVEROUS Michel	DEMAILLE Jacques	LAFFARGUE François	PETIT Pierre
AYRAL Guy	DESCOMPS Bernard	LALLEMANT Jean Gabriel	POUGET Régis
BAILLAT Xavier	DIMEGLIO Alain	LAMARQUE Jean-Louis	PUJOL Henri
BALDET Pierre	DUBOIS Jean Bernard	LAPEYRIE Henri	RABISCHONG Pierre
BALDY-MOULINIER Michel	DUJOLS Pierre	LEROUX Jean-Louis	RAMUZ Michel
BALMES Jean-Louis	DUMAS Robert	LESBROS Daniel	REBOUL Jean
BANSARD Nicole	DUMAZER Romain	LOPEZ François Michel	RIEU Daniel
BAYLET René	ECHENNE Bernard	LORIOT Jean	ROCHEFORT Henri
BILLIARD Michel	FABRE Serge	LOUBATIERES Marie Madeleine	ROUANET DE VIGNE LAVIT Jean Pierre
BLARD Jean-Marie	FREREBEAU Philippe	MAGNAN DE BORNIER Bernard	SAINT AUBERT Bernard
BLAYAC Jean Pierre	GALIFER René Benoît	MARTY ANE Charles	SANCHO-GARNIER Hélène
BLOTMAN Francis	GODLEWSKI Guilhem	MARY Henri	SANY Jacques
BONNEL François	GRASSET Daniel	MATHIEU-DAUDE Pierre	SEGNARBIEUX François
BOURGEOIS Jean-Marie	GUILHOU Jean-Jacques	MEYNADIER Jean	SENAC Jean-Paul
BOUSQUET Jean	GUITER Pierre	MICHEL François-Bernard	SERRE Arlette
BRUEL Jean Michel	HEDON berbard	MION Charles	SOLASSOL Claude
BUREAU Jean-Paul	HERTAULT Jean	MION Henri	VIDAL Jacques
			VISIER Jean Pierre





#### **Professeurs Emérites**

ARTUS Jean-Claude LE QUELLEC Alain

BLANC François MARES Pierre

BONAFE Alain MAUDELONDE Thierry

BOULENGER Jean-Philippe MAURY Michèle

BOURREL Gérard MESSNER Patrick

BRINGER Jacques MILLAT Bertrand

CLAUSTRES Mireille MONNIER Louis

DAURES Jean-Pierre MOURAD Georges

DAUZAT Michel PREFAUT Christian

DAVY Jean-Marc PUJOL Rémy

DEDET Jean-Pierre RIBSTEIN Jean

ELEDJAM Jean-Jacques SCHVED Jean-François

GROLLEAU RAOUX Robert SULTAN Charles

GUERRIER Bernard TOUCHON Jacques

GUILLOT Bernard UZIEL Alain

JONQUET Olivuer VOISIN Michel

LANDAIS Paul ZANCA Michel

LARREY Dominique

## **Docteurs Emérites**

PRAT Dominique

PUJOL Joseph





#### PERSONNEL ENSEIGNANT

#### Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

## PU-PH de classe exceptionnelle

ALRIC Pierre Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie

vasculaire)

BACCINO Eric Médecine légale et droit de la santé

BASTIEN Patrick Parasitologie et mycologie

BEREGI Jean-Paul Radiologie et imagerie médicale

BLAIN Hubert Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine

générale, addictologie

BOULOT Pierre Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

CAPDEVILA Xavier Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

CHAMMAS Michel Chirurgie orthopédique et traumatologique

COLSON Pascal Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

COMBE Bernard Rhumatologie

COSTES Valérie Anatomie et cytologie pathologiques

COTTALORDA Jérôme Chirurgie infantile

COUBES Philippe Neurochirurgie

COURTET Philippe Psychiatrie d'adultes ; addictologie

CRAMPETTE Louis Oto-rhino-laryngologie

CRISTOL Jean Paul Biochimie et biologie moléculaire

CYTEVAL Catherine Radiologie et imagerie médicale

DE LA COUSSAYE Jean Emmanuel Médecine d'urgence

DE WAZIERES Benoît Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine

générale, addictologie

DELAPORTE Eric Maladies infectieuses ; maladies tropicales

DEMOLY Pascal Pneumologie ; addictologie

DOMERGUE Jacques Chirurgie viscérale et digestive



DUFFAU Hugues Neurochirurgie

ELIAOU Jean François Immunologie

FABRE Jean Michel Chirurgie viscérale et digestive

FRAPIER Jean-Marc Chirurgie thoracique et cardiovasculaire

HAMAMAH Samir

Biologie et Médecine du développement et de la reproduction;

gynécologie médicale

HERISSON Christian Médecine physique et de réadaptation

JABER Samir Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

JEANDEL Claude Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine

générale, addictologie

JORGENSEN Christian Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie

KOTZKI Pierre Olivier Biophysique et médecine nucléaire

LABAUGE Pierre Neurologie

LEFRANT Jean-Yves Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

LEHMANN Sylvain Biochimie et biologie moléculaire

LUMBROSO Serge Biochimie et Biologie moléculaire

MERCIER Jacques Physiologie

MEUNIER Laurent Dermato-vénéréologie

MONDAIN Michel Oto-rhino-laryngologie

MORIN Denis Pédiatrie

PAGEAUX Georges-Philippe Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

PUJOL Pascal Biologie cellulaire

QUERE Isabelle Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine

vasculaire)

RENARD Eric Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie

médicale

REYNES Jacques Maladies infectieuses, maladies tropicales

RIPART Jacques Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

ROUANET Philippe Cancérologie ; radiothérapie

SOTTO Albert Maladies infectieuses ; maladies tropicales

TAOUREL Patrice Radiologie et imagerie médicale



TOUITOU Isabelle Génétique

VANDE PERRE Philippe Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

YCHOU Marc Cancérologie ; radiothérapie



AGUILAR MARTINEZ Patricia Hématologie ; transfusion

ASSENAT Éric Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

AVIGNON Antoine Nutrition

AZRIA David Cancérologie ; radiothérapie

BAGHDADLI Amaria Pédopsychiatrie ; addictologie

BLANC Pierre Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

BORIE Frédéric Chirurgie viscérale et digestive

BOURDIN Arnaud Pneumologie ; addictologie

CAMBONIE Gilles Pédiatrie

CAMU William Neurologie

CANOVAS François Anatomie

CAPTIER Guillaume Anatomie

CARTRON Guillaume Hématologie ; transfusion

CAYLA Guillaume Cardiologie

CHANQUES Gérald Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

CORBEAU Pierre Immunologie

COULET Bertrand Chirurgie orthopédique et traumatologique

CUVILLON Philippe Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

DADURE Christophe Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

DAUVILLIERS Yves Physiologie

DE TAYRAC Renaud Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale

DE VOS John Histologie, embryologie et cytogénétique







DEMARIA Roland Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire

DEREURE Olivier Dermatologie - vénéréologie

DROUPY Stéphane Urologie

DUCROS Anne Neurologie

DUPEYRON Arnaud Médecine physique et de réadaptation

FESLER Pierre Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement,

médecine générale, addictologie

GARREL Renaud Oto-rhino-laryngologie

GENEVIEVE David Génétique

GUILLAUME Sébastien Psychiatrie d'adultes ; addictologie

GUIU Boris Radiologie et imagerie médicale

HAYOT Maurice Physiologie

HOUEDE Nadine Cancérologie ; radiothérapie

KLOUCHE Kada Médecine intensive-réanimation

KOENIG Michel Génétique

KOUYOUMDJIAN Pascal Chirurgie orthopédique et traumatologique

LAFFONT Isabelle Médecine physique et de réadaptation

LAVABRE-BERTRAND Thierry Histologie, embryologie et cytogénétique

LAVIGNE Jean-Philippe Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

LE MOING Vincent Maladies infectieuses ; maladies tropicales

LECLERCQ Florence Cardiologie

MARIANO-GOULART Denis Biophysique et médecine nucléaire

MATECKI Stéfan Physiologie

MORANNE Olivier Néphrologie

MOREL Jacques Rhumatologie

NAVARRO Francis Chirurgie viscérale et digestive

NOCCA David Chirurgie viscérale et digestive

PASQUIE Jean-Luc Cardiologie



PERNEY Pascal Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, mé

générale, addictologie

PRUDHOMME Michel Anatomie

PUJOL Jean Louis Pneumologie ; addictologie

PURPER-OUAKIL Diane Pédopsychiatrie ; addictologie

ROGER Pascal Anatomie et cytologie pathologiques

TRAN Tu-Anh Pédiatrie

VERNHET Hélène Radiologie et imagerie médicale

## PU-PH de 2ème classe

BOURGIER Céline Cancérologie; radiothérapie

CANAUD Ludovic Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie

vasculaire)

CAPDEVIELLE Delphine Psychiatrie d'Adultes ; addictologie

CLARET Pierre-Géraud Médecine d'urgence

COLOMBO Pierre-Emmanuel Cancérologie ; radiothérapie

COSTALAT Vincent Radiologie et imagerie médicale

DAIEN Vincent Ophtalmologie

DORANDEU Anne Médecine légale et droit de la santé

FAILLIE Jean-Luc Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

FUCHS Florent Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

GABELLE DELOUSTAL Audrey Neurologie

GAUJOUX Viala Cécile Rhumatologie

GODREUIL Sylvain Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

GUILPAIN Philippe Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement; addictologie

HERLIN Christian Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brulologie

IMMEDIATO DAIEN Claire Rhumatologie

JACOT William Cancérologie ; Radiothérapie

JEZIORSKI Eric Pédiatrie



JUNG Boris Médecine intensive-réanimation

KALFA Nicolas Chirurgie infantile

LACHAUD Laurence Parasitologie et mycologie

LALLEMANT Benjamin Oto-rhino-laryngologie

LE QUINTREC DONNETTE Moglie Néphrologie

LETOUZEY Vincent Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

LONJON Nicolas Neurochirurgie

LOPEZ CASTROMAN Jorge Psychiatrie d'Adultes ; addictologie

LUKAS Cédric Rhumatologie

MENJOT de CHAMPFLEUR Nicolas Radiologie et imagerie médicale

MILLET Ingrid Radiologie et imagerie médicale

MURA Thibault

Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la

communication

NAGOT Nicolas

Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la

communication

OLIE Emilie Psychiatrie d'adultes; addictologie

PANARO Fabrizio Chirurgie viscérale et digestive

PARIS Françoise

Biologie et médecine du développement et de la reproduction ;

gynécologie médicale

PELLESTOR Franck Histologie, embryologie et cytogénétique

PEREZ MARTIN Antonia

Chirurgie vasculaire; médecine vasculaire (option médecine

vasculaire)

POUDEROUX Philippe Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

RIGAU Valérie Anatomie et cytologie pathologiques

RIVIER François Pédiatrie

ROSSI Jean François Hématologie ; transfusion

ROUBILLE François Cardiologie

SEBBANE Mustapha Médecine d'urgence

SIRVENT Nicolas Pédiatrie

SOLASSOL Jérôme Biologie cellulaire

STOEBNER Pierre Dermato-vénéréologie





**SULTAN Ariane** Nutrition

THOUVENOT Éric Neurologie

THURET Rodolphe Urologie

**TUAILLON Edouard** Bactériologie-virologie; hygiène hospitalière

VENAIL Frédéric Oto-rhino-laryngologie

**VILLAIN Max** Ophtalmologie

Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine **VINCENT Denis** 

générale, addictologie

**VINCENT Thierry** Immunologie

WOJTUSCISZYN Anne Endocrinologie-diabétologie-nutrition

#### PROFESSEURS DES UNIVERSITES

# 1re classe:

COLINGE Jacques (Cancérologie, Signalisation cellulaire et systèmes complexes)

LAOUDJ CHENIVESSE Dalila (Biochimie et biologie moléculaire)

VISIER Laurent (Sociologie, démographie)

# PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine générale

1re classe:

LAMBERT Philippe

**AMOUYAL Michel** 

### PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine Générale

**CLARY Bernard** 

**DAVID Michel** 

**GARCIA Marc** 



## **PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine**



BESSIS Didier (Dermato-vénéréologie)

MEUNIER Isabelle (Ophtalmologie)

MULLER Laurent (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

PERRIGAULT Pierre-François (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

QUANTIN Xavier (Pneumologie)

ROUBERTIE Agathe (Pédiatrie)

VIEL Eric (Soins palliatifs et traitement de la douleur)





#### PERSONNEL ENSEIGNANT

### Maîtres de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

### **MCU-PH Hors classe - Echelon Exceptionnel**

RICHARD Bruno Médecine palliative

SEGONDY Michel Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

**MCU-PH Hors classe** 

BADIOU Stéphanie Biochimie et biologie moléculaire

BOULLE Nathalie Biologie cellulaire

CACHEUX-RATABOUL Valère Génétique

CARRIERE Christian Bactériologie-virologie; hygiène hospitalière

CHARACHON Sylvie Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

FABBRO-PERAY Pascale Epidémiologie, économie de la santé et prévention

GIANSILY-BLAIZOT Muriel Hématologie ; transfusion

## MCU-PH de 1<sup>re</sup> classe

BERTRAND Martin Anatomie

BOUDOUSQ Vincent Biophysique et médecine nucléaire

BRET Caroline Hématologie biologique

BROUILLET Sophie

Biologie et médecine du développement et de la reproduction ;

gynécologie médicale

COSSEE Mireille Génétique

GIRARDET-BESSIS Anne Biochimie et biologie moléculaire

LAVIGNE Géraldine Hématologie ; transfusion

LESAGE François-Xavier Médecine et Santé au Travail

MARTRILLE Laurent Médecine légale et droit de la santé

MATHIEU Olivier Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie



MOUZAT Kévin Biochimie et biologie moléculaire

PANABIERES Catherine Biologie cellulaire

RAVEL Christophe Parasitologie et mycologie

SCHUSTER-BECK Iris Physiologie

STERKERS Yvon Parasitologie et mycologie

THEVENIN-RENECéline Immunologie

# MCU-PH de 2<sup>éme</sup> classe

BERGOUGNOUX Anne Génétique

CHIRIAC Anca Immunologie

DE JONG Audrey Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

DU THANH Aurélie Dermato-vénéréologie

FITENI Frédéric Cancérologie ; radiothérapie

GOUZI Farès Physiologie

HERRERO Astrid Chirurgie viscérale et digestive

HUBERLANT Stéphanie Gynécologie-obstétrique ; Gynécologie médicale

KUSTER Nils Biochimie et biologie moléculaire

MAKINSON Alain Maladies infectieuses, Maladies tropicales

PANTEL Alix Bactérologie-virologie ; hygiène hospitalière

PERS Yves-Marie Thérapeutique; addictologie

ROUBILLE Camille Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie

SZABLEWSKY Anatomie et cytologie pathologiques





## Maîtres de Conférences des Universités - Médecine Générale

# MCU-MG de 1<sup>re</sup> classe

**COSTA David** 

OUDE ENGBERINK Agnès

# MCU-MG de 2<sup>ème</sup> classe

FOLCO-LOGNOS Béatrice

**CARBONNEL François** 

### Maîtres de Conférences associés - Médecine Générale

CAMPAGNAC Jérôme

LOPEZ Antonio

MILLION Elodie

PAVAGEAU Sylvain

**REBOUL Marie-Catherine** 

SERAYET Philippe





#### PERSONNEL ENSEIGNANT

#### Maitres de Conférences des Universités

### Maîtres de Conférences hors classe

BADIA Eric Sciences biologiques fondamentales et cliniques

CHAZAL Nathalie Biologie cellulaire

### Maîtres de Conférences de classe normale

BECAMEL Carine Neurosciences
BERNEX Florence Physiologie

CHAUMONT-DUBEL Séverine Sciences du médicament et des autres produits de santé

DELABY Constance Biochimie et biologie moléculaire

GUGLIELMI Laurence Sciences biologiques fondamentales et cliniques HENRY Laurent Sciences biologiques fondamentales et cliniques

HERBET Guillaume Neurosciences

LADRET Véronique Mathématiques appliquées et applications des mathématiques

LAINE Sébastien Sciences du Médicament et autres produits de santé
LE GALLIC Lionel Sciences du médicament et autres produits de santé

LOZZA Catherine Sciences physico-chimiques et technologies pharmaceutiques
MAIMOUN Laurent Sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé

MOREAUX Jérôme Science biologiques, fondamentales et cliniques

MORITZ-GASSER Sylvie

MOUTOT Gilles

PASSERIEUX Emilie

RAMIREZ Jean-Marie

Neurosciences

Philosophie

Physiologie

Histologie

RAYNAUD Fabrice Sciences du Médicament et autres produits de santé

TAULAN Magali Biologie Cellulaire





#### PERSONNEL ENSEIGNANT

### **Praticiens Hospitaliers Universitaires**

BARATEAU Lucie Physiologie

BASTIDE Sophie Epidémiologie, économie de la santé et prévention

CAZAUBON Yoann Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

DAGNEAUX Louis Chirurgie orthopédique et traumatologique

DUFLOS Claire Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication

GOULABCHAND Radjiv Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie

LATTUCA Benoit Cardiologie

MARIA Alexandre Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie

MIOT Stéphanie Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie

SARRABAY Guillaume Génétique

SOUCHE François-Régis Chirurgie viscérale et digestive





# **PERSONNEL ENSEIGNANT**

# PH chargés d'enseignements

ABOUKRAT Patrick	BLANCHET Catherine	COROIAN Flavia-Oana	GINIES Patrick
AKKARI Mohamed	BLATIERE Véronique	COUDRAY Sarah	GRECO Frédéric
ALRIC Jérôme	BOBBIA Xavier	CRANSAC Fréderic	GUEDJ Anne Marie
AMEDRO Pascal	BOGE Gudrun	CUNTZ Danielle	GUYON Gaël
AMOUROUX Cyril	BOURRAIN Jean Luc	DARDALHON Brigitte	HENRY Vincent
ANTOINE Valéry	BOUYABRINE Hassan	DAVID Aurore	JAMMET Patrick
ARQUIZAN Caroline	BRINGER-DEUTSCH Sophie	DE BOUTRAY Marie	JEDRYKA François
ATTALIN Vincent	BRINGUIER BRANCHEREAU Sophie	DE LA TRIBONNIÈRE Xavier	JREIGE Riad
AYRIGNAC Xavier	BRISOT Dominique	DEBIEN Blaise	KINNE Mélanie
BADR Maliha	BRONER Jonathan	DELPONT Marion	LABARIAS Coralie
BAIS Céline	CADE Stéphane	DENIS Hélène	LACAMBRE Mathieu
BARBAR Saber Davide	CAIMMI Davide Paolo	DEVILLE de PERIERE Gilles	LANG Philippe
BASSET Didier	CARR Julie	DJANIKIAN Flora	LAZERGES Cyril
BATIFOL Dominique	CARTIER César	DONNADIEU-RIGOLE Hélène	LE GUILLOU Cédric
BATTISTELLA Pascal	CASPER Thierry	FAIDHERBE Jacques	LEGLISE Marie Suzanne
BAUCHET Luc	CASSINOTTO Christophe	FATTON Brigitte	LOPEZ Régis
BENEZECH Jean-Pierre	CATHALA Philippe	FAUCHERRE Vincent	LUQUIENS Amandine
BENNYS Karim	CAZABAN Michel	FILLERON Anne	MANZANERA Cyril
BERNARD Nathalie	CHARBIT Jonathan	FITENI Frédéric	MARGUERITTE Emmanuel
BERTCHANSKY Ivan	CHEVALLIER Thierry	FOURNIER Philippe	MARTIN Lucille
BIBOULET Philippe	CHEVALLIER-MICHAUD Josyane	GAILLARD Nicolas	MATTATIA Laurent
BIRON-ANDREANI Christine	COLIN Olivier	GALMICHE Sophie	MEROUEH Fadi
BLANC Brigitte	CONSEIL Mathieu	GENY Christian	MEYER Pierre
BLANCHARD Sylvie	CORBEAU Catherine	GERONIMI Laetitia	MILESI Christophe



MORAU Estelle SEGURET Fabienne

MOSER Camille SENESSE Pierre

MOUSTY Eve SKALLI EI Medhi

MOUTERDE Gaël SOLA Christelle

PANSARD Nicole SOULLIER Camille

PERNIN Vincent STOEBNER DELBARRE Anne

PERRIGAULT Pierre François TEOT Luc

PEYRON Pierre-Antoine THIRION Marina

PICARD Eric VACHIERY-LAHAYE Florence

PICOT Marie Christine VERNES Eric

PIERONI Laurence VINCENT Laure

POQUET Hélène WAGNER Laurent

PUJOL Sarah-Lise ZERKOWSKI Laetitia

**PUPIER Florence** 

**QUANTIN** Xavier

**RAFFARD Laurence** 

RAPIDO Francesca

RIBRAULT Alice

RICHAUD-MOREL Brigitte

RIDOLFO Jérôme

RIPART Sylvie

**RONGIERES Michel** 

ROULET Agnès

**RUBENOVITCH Josh** 

SANTONI Fannie

SASSO Milène

SCHULDINER Sophie



# REMERCIEMENTS

Au Professeur Pierre-Géraud CLARET, vous avez rythmé mes débuts aux urgences et mon parcours, de près ou de loin, avec bienveillance. Merci d'avoir accepté de me faire l'honneur de présider ce jury.

Au Professeur Guillaume CAYLA, vous m'avez accompagnée il y a maintenant quelques semestres, dans mon tout début d'internat avec empathie et pédagogie. Merci de m'accompagner une nouvelle et dernière fois.

Au Professeur Xavier BOBBIA, merci de m'avoir encadrée et soutenue dans mes plusieurs moments de doute. On fêtera ça aux Trois Brasseurs, en heure de pointe, au cœur de Nîmes, entre deux cours, si tu vois ce que je veux dire ...

A mes parents, pour votre soutien éternel, votre patience, l'amour et les nombreuses valeurs que vous nous avez transmises. Sans vous je ne serai pas là aujourd'hui. Ce diplôme, je vous le dois. J'espère pouvoir vous rendre un jour tout ce que vous m'avez donné.

**A ma sœur**, ma Mouchou, pour notre complicité à toute épreuve. Je suis fière de toi. J'irai où tu iras, on se l'est toujours dit.

**A Arthur,** tu as changé mes plans pour qu'on écrive les nôtres. Merci pour ta patience, ton amour et ton courage (et pas que pour la mise en page). A tous nos précieux souvenirs et à toutes les merveilleuses choses qui nous attendent. Je t'aime.

A mes grands-parents, mes étoiles de là-haut. J'aurais aimé que vous soyez là aujourd'hui mais je ne vous avais pas menti, j'ai réussi.

Au reste de la famille et à la famille de coeur, dans le Nord, en Champagne ou en Afrique du Sud, pour vos appels ou messages de soutien durant toutes ces années.

A Omar, sacré Omar, Babeth et le reste de la famille Chouaïkhi, merci de m'avoir accueillie dans votre famille sous votre soleil Sétois.

Aux Minous (Paupiette, Josy, Clairette, Anne – Chou, Juw, Flokette et à leur +1) avec lesquelles l'aventure de médecine a commencé, puis l'aventure des soirées, puis l'aventure des vacances ... Je suis fière et heureuse de voir que ni le temps ni la distance n'a pu nous séparer. Je vous remercie infiniment de pouvoir être là aujourd'hui : la boucle est bouclée.

A FP, au Vietnam, Lille ou Montpellier, depuis maintenant plus de dix ans, mon grand frère.

A Aurélie, tu m'as vu grandir, tu m'as souvent écoutée, épaulée et rassurée. Merci pour tout.

A Laurent, « on aura rien fait mais on aura bien rigolé » et au reste du BoysBand Lillois, Alex, Juju. Le QG se souvient encore de nos folles soirées ... et mon foie aussi.

A Robin, Romain et Arthur, mes grands parrains qui m'ont montré l'exemple ... ou pas. Je suis heureuse de vous compter parmi les miens après toutes ces années.

A Adèle, la vie ne sépare jamais de vraies amies et nous en sommes la preuve.

**A mes amies de longue date,** Anne – Sophie et Caroline, on dit que l'amitié qui dure plus de 7 ans est susceptible de durer toute la vie. Cap ?

A mes co - internes Lillois de réanimation, Mathilde, Laura et Benou, avec qui j'ai partagé mon inter-CHU tant attendu; à nos pauses goûters, nos musiques, nos fous rires et bons moments partagés.

**Aux amis de Bormes**, les fous du mois d'août. Après dix ans, je vais enfin pouvoir arrêter de vous dire « Je suis toujours étudiante en médecine ».

**A Momo**, co – interne de toujours et futur co – DJ, pour ton écoute et ta patience. Merci d'avoir été une épaule et une oreille. Promis, un jour, j'arrêterai de râler.

A Hélène, Louise et Alice, l'aventure Montpelliéraine a commencé avec vous. Merci d'avoir été là dans les bons moments et dans les (nombreux) moments de doute. Merci de m'avoir conseillée et soutenue, encore et toujours. Aux autres copains de la promo.

A Flora, Théo et Jeannou, l'aventure, cette fois Nîmoise, a commencé avec vous. Plein de beaux moments nous attendent encore j'en suis sure (et pas qu'au Barberousse). Merci pour votre générosité sans fin.

A mes co - internes de pédiatrie, Florine, Chloé, Guigui, ce semestre n'a pas été de tout repos. « On n'avait pas souvent les mots » mais merci d'avoir été là.

A Estelle, Paul (petite patate) et Thibault, vous avez commencé par être mes co - internes avant d'être mes chefs ; c'était un plaisir de travailler avec vous.

A Julie, Micka, Thomas, Chloé, Soufiane, Simon, Béné et tous les autres nouveaux copains du Sud.

Aux médecins urgentistes de Nîmes, pour leur accueil chaleureux et bienveillant dans la grande famille des urgences. Merci à ceux qui m'ont accordé du temps (et parfois beaucoup de patience) pour m'aider dans mes inclusions. Je suis heureuse de continuer l'aventure avec vous.

Aux équipes paramédicales, qui m'ont vu m'épanouir, pour leur sourire, leur aide, leur avis et leur patience.

Aux attachées de recherche clinique, Sophie, Loubna et Audrey, j'espère ne pas avoir été trop pénible. A Myriam Mezzarobba, merci d'avoir réalisé avec autant de rapidité les statistiques de l'étude.

## **TABLE DES MATIERES**

GLOSSA	AIRE	7
INTROE	DUCTION	8
MATER	IEL ET METHODES	10
1.	Approbation ethique et consentement	10
2.	Type et caracteristique de l'etude	11
3.	POPULATION ETUDIEE	11
4.	DESIGN DE L'ETUDE	11
5.	CALCUL AUTOMATIQUE DE LA FEVG PAR L'APPAREIL D'ECHOGRAPHIE PORTABLE	12
6.	Objectifs	13
7.	Recueil des donnees	14
8.	Taille de l'echantillon	15
9.	Statistiques	15
RESULT	ATS	17
1.	DESCRIPTIF DE LA POPULATION	17
2.	OBJECTIF PRINCIPAL	19
3.	FAISABILITE	21
4.	QUALITE DE L'IMAGE	21
5.	REPRODUCTIBILITE INTER EVALUATEUR DE LA FEVG VISUELLE ET DE LA FEVG AUTOMATIQUE - REPRODUCTIBILITE IN	TRA
EVAL	uateur de la FEVG automatique	21
6.	CONCORDANCE DES CLASSES	23
DISCUS	SION	24
CONCL	USION	27
BIBLIO	GRAPHIE	28
ANNEX	E 1	30
SERME	NT	31
RESUM	E	32

# **GLOSSAIRE**

RFE: Recommandations Formalisées d'Experts

ACEP: American College of Emergency Physicians

FEVG: Fonction d'Ejection du Ventricule Gauche

RIPH: Recherches Impliquant la Personne Humaine

CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

FC : Fréquence cardiaque

PAS : Pression Artérielle Systolique

PAD: Pression Artérielle Diastolique

SpO2 : Saturation en Oxygène

HTA: Hypertension Artérielle

FA: Fibrillation Atriale

# INTRODUCTION

L'échographie clinique est un outil essentiel en médecine d'urgence (1,2). Il s'agit d'un complément direct de l'examen clinique réalisé par le praticien. Elle s'intègre à la prise en charge du patient, même en milieu pré hospitalier (grâce à la miniaturisation des appareils d'échographie), du fait de son caractère non invasif, non irradiant et rapide, permettant d'améliorer les décisions diagnostiques et thérapeutiques (3). Les recommandations formalisées d'experts (RFE) françaises préconisent l'utilisation de l'échocardiographie clinique en médecine d'urgence (ECMU) dans des situations cliniques telles que la dyspnée, l'hypotension ou la douleur thoracique (1, 4). Les RFE françaises comme les guidelines de l'American College of Emergency Physicians (ACEP) proposent 4 objectifs principaux à l'échocardiographie de niveau 1 : savoir évaluer la fraction d'éjection du ventriculaire gauche (FEVG); savoir identifier un épanchement péricardique; savoir évaluer une dilatation du ventricule droit ; savoir reconnaître une hypovolémie majeure. L'évaluation de la FEVG est donc un des objectifs de base de l'échocardiographie (3). La technique d'évaluation de référence en médecine d'urgence est l'évaluation visuelle (1, 5, 6). Cette dernière étant subjective, certaines études décrivent une reproductibilité inter-observateur médiocre (7). Les progrès technologiques ont permis une miniaturisation des appareils d'échographie, permettant leur utilisation déportée, suivant les principes de l'échographie clinique (8). Les améliorations récentes de la qualité des appareils d'échographie portable permettent aux urgentistes leur utilisation dans de nombreuses applications (9-12). Il a été également montré leur pertinence pour la réalisation de l'échocardiographie de niveau 1 (13), même dans des conditions difficiles (14). Le développement des échographes de poche est tel que des sociétés de cardiologie ont édité des recommandations spécifiques sur leur utilisation (3,15). Un nouvel outil est disponible sur un échographe de poche : l'évaluation automatique de la FEVG. Son intérêt pourrait être d'avoir une reproductibilité inter-observateur meilleure que l'évaluation visuelle. Aucune étude sur sa pertinence n'existe encore. Des études ont déjà étudié l'évaluation automatique de la FEVG sur appareil d'échographie nomade mais aucune n'a étudié cette fonctionnalité sur un échographe de poche (16,17).

Notre hypothèse est que l'utilisation d'un outil automatisé d'évaluation de la FEVG permettrait une meilleure variabilité inter-observateur que l'évaluation visuelle. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer la reproductibilité inter-évaluateur de la mesure automatique de la FEVG (en pourcentage) avec un échographe de poche.

## MATERIEL ET METHODES

## 1. Approbation éthique et consentement

Cette étude a été réalisée conformément à la déclaration d'Helsinki modifiée. Il s'agit d'une étude classée, selon la loi Jarde, dans la catégorie 2 des Recherches Impliquant la Personne Humaine (RIPH), donc à risques et contraintes minimes. Selon la loi française, le protocole d'étude a été approuvé par le comité de protection des personnes d'Amiens du 12/03/2020 n° 19.12.31.63744. Lorsqu'un patient répondait aux critères d'éligibilité, il recevait une information orale claire et adaptée à ses capacités de comprendre l'étude par l'investigateur principal. Respectant le principe d'autonomie de la personne, le médecin remettait au patient une notice d'informations, rectifiait les erreurs d'appréciation et reprenait les données mal comprises. Lorsque l'investigateur était convaincu que le patient comprenait les implications de sa participation à l'étude, le formulaire de consentement lui était remis. La signature du consentement libre et éclairé était recueillie pendant la visite d'inclusion. Un exemplaire de ce consentement était fourni au patient. Un autre était conservé par l'investigateur et un dernier exemplaire était conservé par le promoteur. Les patients en situation d'urgence, les patients majeurs hors d'état d'exprimer leur consentement et les patients sous tutelle ou curatelle n'étaient pas éligibles à l'étude. Les informations recueillies lors de cette étude ont fait l'objet d'un traitement informatique. Les fichiers ont été réalisés en conformité avec la CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés).

# 2. Type et caractéristique de l'étude

Il s'agissait d'une étude monocentrique prospective, en simple aveugle de reproductibilité d'une technique d'analyse ; menée du 11 novembre 2020 au 07 juillet 2021 dans le service d'urgence du CHU de Nîmes

## 3. Population étudiée

Les patients pris en charge en service d'urgence du CHU de Nîmes, âgés de plus de 18 ans et admis pour un motif de dyspnée ou douleur thoracique ou hypotension étaient éligibles. Les patients mineurs, non bénéficiaires d'un régime de sécurité sociale, privé de liberté ou sous sauvegarde de justice, tutelle ou curatelle étaient exclus. Il en était de même pour les patients refusant de participer à l'étude et ceux pour lesquels il était impossible de fournir des informations éclairées. Étaient exclus également les patients en période d'exclusion déterminée par une autre étude et les femmes enceintes, parturientes ou allaitantes.

## 4. Design de l'étude

Une fois les critères d'inclusion vérifiés et l'accord oral puis écrit obtenu du patient, une première échographie, en coupe 4 cavités, était réalisée par un médecin expert (titulaire d'une formation universitaire en échographie et ayant réalisé au moins 50 échocardiographies). Ce dernier devait, d'abord de manière visuelle, estimer en pourcentage la FEVG puis réaliser l'estimation de manière automatique. Un deuxième expert distinct, réalisait une deuxième échocardiographie avec le même appareil et la même coupe, en aveugle des résultats du premier. Dans les minutes qui suivaient, les deux opérateurs réalisaient chacun successivement une deuxième mesure, avec une nouvelle estimation visuelle puis automatique de la FEVG. Les deux médecins experts ne communiquaient pas sur les résultats de leur examen. La feuille de recueil des

données était renseignée une fois les deux examens terminés. Les examens étaient réalisés avec un échocardiographe de poche (GE VScan Extend) et avec une sonde cardiaque (sectorielle M4S-RS 1.5–3.6 MHz).

Les données recueillies par les deux experts pour la réalisation de l'étude n'étaient pas utilisées pour la prise en charge du patient. La participation à l'étude ne modifiait en effet en rien la réalisation d'autres examens d'imagerie ou de biologie jugés nécessaires.

# 5. Calcul automatique de la FEVG par l'appareil d'échographie portable

La FEVG automatique était estimée à partir de la mesure des volumes télésystolique (VTS) et télédiastolique (VTD) du ventricule gauche par la méthode Simpson modifiée, basée sur une simplification de la géométrie du ventricule gauche en imagerie bidimensionelle fournie par l'échographe de poche. Le principe de cette méthode repose sur le calcul du volume total du ventricule gauche à partir de la sommation d'une pile de disques elliptiques d'épaisseur égale. Un traçage automatique des contours de la paroi endocardique gauche était réalisé par l'appareil à partir d'une coupe 4 cavités (Figure 1). Ceci était réalisé en télédiastole et télésystole. La fermeture de la valve mitrale était détectée par l'appareil afin d'identifier le rythme cardiaque. Dès lors, l'appareil était capable d'estimer les volumes télésystoliques et télédiastoliques du ventricule gauche à partir de la géométrie de ce dernier, grâce à la formule : Volume 1/4 (5 x (surface x longueur)) / 6. Enfin, la FEVG était estimée grâce à l'équation suivante : (VTD - VTS) / VTD.

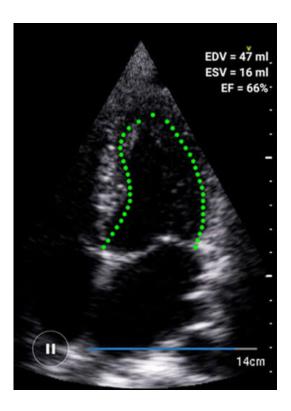


Figure 1: Exemple de coupe apicale 4 cavités avec détection automatique de l'endocarde.

# 6. Objectifs

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer la reproductibilité inter-évaluateur de la mesure automatique de la FEVG avec un échographe de poche mesuré par des médecins experts chez des patients pris en charge en médecine d'urgence intra hospitalière. La mesure de la FEVG en pourcentage étant la référence de l'évaluation de la fonction systolique du ventricule gauche, il s'agit ici de notre critère d'évaluation principal. Pour juger de cet objectif, les mesures de FEVG automatiques de la boucle 1 de l'évaluateur 1 et de la boucle 1 de l'évaluateur 2 étaient utilisées.

Nos objectifs secondaires étaient, dans les mêmes conditions cliniques, de :

• Comparer la faisabilité de chaque méthode (évaluation visuelle et automatique) en jugeant de la capacité ou non de l'échographie de poche à donner un résultat sur la base d'une image échographique jugée optimisée par le médecin réalisant l'examen;

- Décrire la qualité de l'image. Elle a été jugée sur la première boucle enregistrée par le premier expert. Afin de relever ce critère, une échelle subjective de qualité d'image avait été mise en place : 1 = pas d'image ; 2 = qualité insuffisante pour une interprétation ; 3 = qualité juste suffisante pour interprétation ; 4 = bonne qualité ; 5 = qualité parfaite ;
- Évaluer la reproductibilité inter-évaluateur de la FEVG visuelle en pourcentage, évaluée visuellement sur la boucle 1 par les deux évaluateurs.
- Évaluer la reproductibilité intra-évaluateur de la FEVG visuelle, en utilisant les boucles 1 et 2 de l'évaluateur 1.
- Évaluer la reproductibilité intra-évaluateur de la FEVG automatique avec le recueil, en pourcentage, des données directement données par l'appareil, à partir des boucles 1 et 2 de l'évaluateur 1.
- Évaluer la concordance selon l'interprétation en trois classes (FEVG normale, altération modérée, altération sévère) entre FEVG visuelle et automatique, FEVG visuelle entre les deux opérateurs et FEVG automatique entre les deux opérateurs. Selon les recommandations de cardiologie (18), la FEVG est considérée comme normale si supérieure à 50 %, comme altérée de manière modérée entre 30 et 50 % et comme altérée de manière sévère si inférieure à 50 %.

## 7. Recueil des données

Le recueil des données était réalisé par un investigateur de manière manuscrite (Annexe 1) puis informatique sur un cahier d'observation électronique via le logiciel REDCap.

## 8. Taille de l'échantillon

Dans une population de patients admis en soins intensifs (50 sujets) (5), la FEVG médiane lors du premier jour de suivi a été estimée à 49%, le coefficient de variation inter-observateur à 9,9%. Dans une autre population de patients en soins intensifs (80 sujets) (13), la FEVG moyenne a été estimée à 63%, la différence moyenne entre les mesures réalisées par un expert et celles réalisées par un non-expert était de 4% et le coefficient de corrélation linéaire de 0,69 (IC 95% : 0,56-0,78).

A partir de ces données, nous faisons l'hypothèse d'un coefficient de corrélation de concordance attendu à 0,80 d'un coefficient de corrélation linéaire attendu à 0,80, soit plus élevé que celui de l'étude de Mark. Nous supposons que les mesures de FEVG chez les patients admis dans le service des urgences pour un motif de dyspnée, d'hypotension ou de douleur thoracique sont inférieures à celles des patients admis en service de soins intensifs (Mark), soit des moyennes autour de 50%, et des écart-types égaux autour de 10 Nous faisons l'hypothèse d'une absence de différence moyenne entre les observateurs puisque les deux évaluations seront faite par des médecins experts (formation et expérience comparables). Sous ces hypothèses, 74 sujets sont nécessaires pour mettre en évidence un coefficient de corrélation de concordance de 0,80 avec un intervalle de confiance à 95 % dont la borne basse est supérieure à 0,70. Par mesure conservatoire 80 patients seront inclus.

# 9. Statistiques

L'analyse statistique a été conduite par le BESPIM du CHU de Nîmes sous SAS Enterprise Guide V7.1 (SAS Institute, Cary, NC, USA) ou R 3.5.1 (R Development Core Team (200918). R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) ou versions ultérieures.

Une première analyse des données a permis la description de la population totale. La normalité de la distribution des variables quantitatives a été explorée à l'aide du tracé de la droite de Henry (ou Q-Q plot) et par les coefficients de Kurtosis et de Skewness. Les variables quantitatives ont été exprimées en médiane et quartiles. Les variables qualitatives ont été exprimées en effectif et pourcentage. Tout patient inclus dans l'étude a été inclus dans les analyses qui ont été réalisées en intention de traiter et en aveugle des groupes d'allocation de traitement. Une différence a été considérée comme statistiquement significative lorsque le degré de signification du test était inférieur ou égal à 0,05.

# **RESULTATS**

# 1. Descriptif de la population

80 patients ont été inclus dans l'étude au moment de cette analyse. Aucun patient n'a refusé de participer à l'étude. La description complète de la population est détaillée dans le Tableau 1.

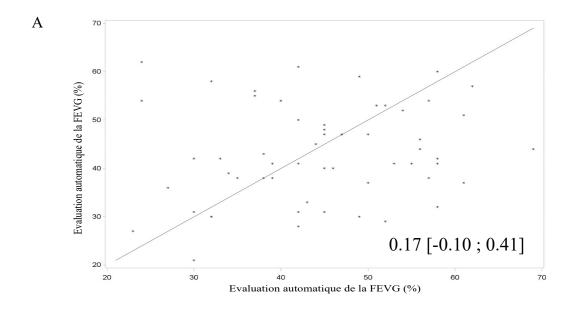
Caractéristiques patients	Valeurs
	Médiane [Q1 ; Q3] ou n (%)
Age (ans)	61 [43 ; 72]
Sexe féminin	30 (37%)
Poids (kg)	72 [63; 80]
Taille (cm)	170 [166 ; 175]
Antécédents	
Hypertension artérielle	27 (34%)
Dyslipidémie	13 (16%)
Diabète	7 (9%)
Obésité	9 (11%)
Tabagisme	15 (19%)
Cardiopathie ischémique	9 (11%)
Valvulopathie	6 (7%)
Trouble du rythme	10 (12%)
Motif d'admission	
Douleur thoracique	32 (40%)
Dyspnée	41 (52%)
Dyspnée et douleur thoracique	6 (7%)
Dyspnée et hypotension	1 (1%)
Variables physiologiques	
Fréquence cardiaque (bpm)	86 [75 ; 102]
Pression artérielle systolique (mmHg)	138 [126 ; 154]
Pression artérielle diastolique (mmHg)	84 [75 ; 95]
Saturation en oxygène (%)	97 [95 ; 98]
Oxygénothérapie non invasive	18 (22%)
Présence de fibrillation atriale	4 (5%)
Présence d'amines vasopressives	0 (0%)
Glasgow 15	80 (100%)
Diagnostic final retenu	
Douleur pariétale ou anxiogène	25 (32%)
Pathologies cardiaques	19 (24%)
Infection SarsCov2	14 (17%)
Autres pathologies pulmonaires	14 (17%)
Autres	8 (10%)

Tableau 1 : Description de la population étudiée

L'évaluateur 1 avait un âge médian de 28 ans [27; 28], une expérience en médecine d'urgence de 2 ans [2; 3], pratiquait l'échographie depuis 2 ans [2; 3] années et déclarait avoir réalisé 200 échocardiographies dans sa carrière. L'évaluateur 2 avait un âge médian de 29 ans [27; 34], une expérience en médecine d'urgence de 3 ans [3; 7], pratiquait l'échographie depuis 3 ans [3; 7] années et déclarait avoir réalisé 375 échocardiographies dans sa carrière.

# 2. Objectif principal

L'analyse du critère de jugement principal a pu être effectuée sur 56 (80%) patients. La concordance entre la FEVG automatique de l'évaluateur 1 et la FEVG automatique de l'évaluateur 2 était de 0,17 [-1,11; 0,41] (très mauvaise). La Figure 2 représente le diagramme de corrélation et de Bland et Altman entre les deux mesures automatiques des évaluateurs 1 et 2.



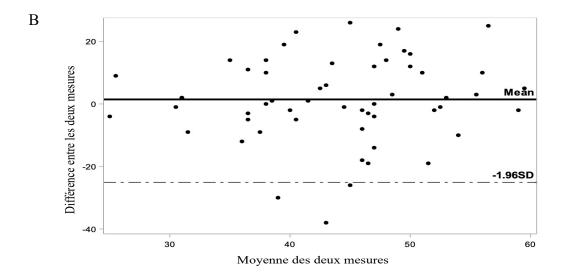


Figure 2 : Analyse du critère de jugement principal. A. Coefficient de corrélation de concordance de Lin entre les deux mesures. B. Diagramme de corrélation et de Bland et Altman entre ces deux mesures

#### 3. Faisabilité

L'évaluation visuelle a pu être réalisée pour 79 patients : 99% IC95% [96%; 100%]. L'évaluation automatique a pu être réalisée pour 63 patients : 79% IC95% [69%; 87%].

## 4. Qualité de l'image

Le Tableau 2 détaille la faisabilité de l'évaluation automatique de l'évaluateur 1 sur sa première boucle en fonction de la qualité de l'image.

Qualité de l'image	Fréquence	Possibilité de réalisation de l'évaluation automatique
1 = Pas d'image	0 (0%)	0 (0%)
2 = Qualité insuffisante pour l'interprétation visuelle	1 (1%)	0 (0%)
3 = Qualité juste suffisante pour l'interprétation visuelle	28 (35%)	19 (68%)
4 = Bonne qualité	35 (44%)	29 (83%)
5 = Qualité parfaite	16 (20%)	15 (94%)

Tableau 2 : Faisabilité de l'évaluation automatique en fonction de la qualité de l'image

# 5. Reproductibilité inter évaluateur de la FEVG visuelle et de la FEVG automatique - Reproductibilité intra évaluateur de la FEVG automatique

La Figure 3 représente les diagrammes de corrélation de Bland et Altman entre les mesures visuelles des évaluateurs 1 et 2 (3A), entre les mesures visuelles de l'évaluateur 1 (3B) puis entre les mesures automatiques de l'évaluateur 1 (3C).

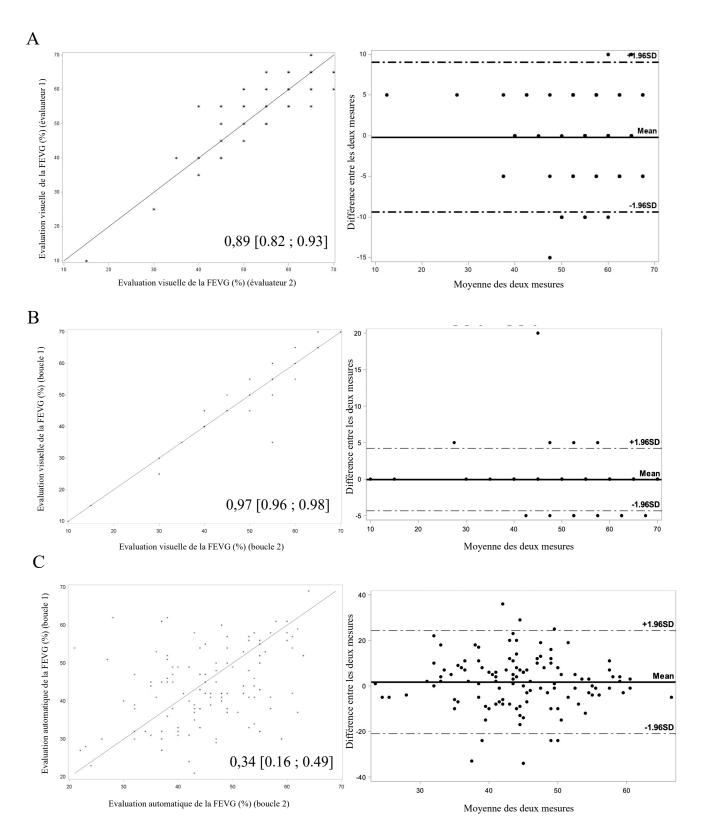


Figure 3 : Diagrammes de corrélation de Bland et Altman de la reproductibilité inter-évaluateur de la FEVG visuelle (A), de la reproductibilité intra-évaluateur de la FEVG visuelle (B) et de la reproductibilité intra-évaluateur de la FEVG automatique (C)

## 6. Concordance des classes

La Figure 4 et le Tableau 3 représentent la concordance des classes des évaluations automatique et visuelle de l'évaluateur 1 (4A), des évaluations automatiques des deux évaluateurs (4B) et des évaluations visuelles des deux évaluateurs (4C).

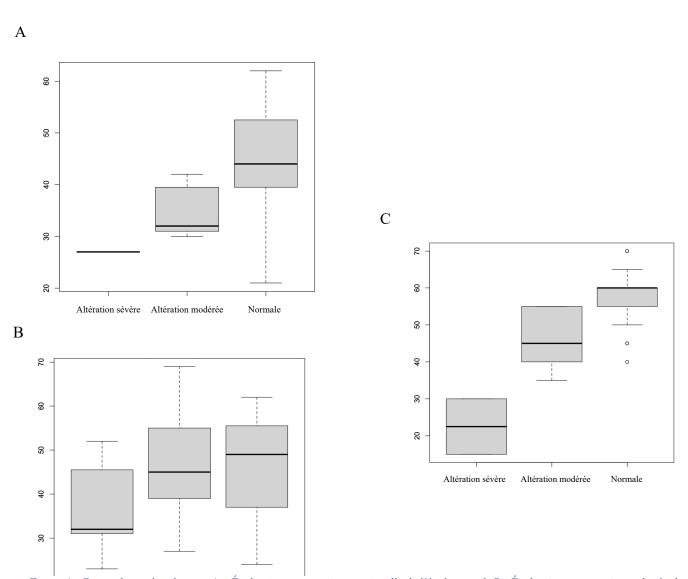


Figure 4 : Concordance des classes. A. : Évaluations automatique et visuelle de l'évaluateur 1. B : Évaluations automatiques des évaluateurs 1 et 2. C : Évaluations visuelles des évaluateurs 1 et 2

A	FEVG visuelle évaluateur 1	FEVG automatique évaluateur 1 (médiane [Q1; Q3])
	Altération sévère	27% [27 ; 27]
	Altération modérée	32% [30 ; 40]
	Normale	43% [40 ; 53]

В	FEVG automatique évaluateur 1	FEVG automatique évaluateur 2 (médiane [Q1; Q3])
	Altération sévère	32% [31 ; 45]
	Altération modérée	45% [40; 55]
	Normale	48% [38 ; 46]

C	FEVG visuelle	FEVG visuelle évaluateur 2
C	évaluateur 1	(médiane [Q1; Q3)
	Altération sévère	23% [5; 30]
	Altération modérée	45% [40; 55]
	Normale	60% [55; 60]

Tableau 3 : Concordance des classes. A. : Évaluations automatique et visuelle de l'évaluateur 1. B : Évaluations automatiques des évaluateurs 1 et 2. C : Évaluations visuelles des évaluateurs 1 et 2

## **DISCUSSION**

Cette étude montre que la reproductibilité inter-évaluateur de la mesure automatique de la FEVG est très mauvaise (concordance à 0,17) et ce indépendamment de la qualité de l'image. La reproductibilité intra-évaluateur de la mesure automatique de la FEVG est mauvaise (concordance à 0,34). Enfin, la reproductibilité inter-évaluateur de la FEVG visuelle est jugée comme assez bonne (concordance à 0,89). Ces résultats suggèrent donc que l'outil automatisé d'évaluation de la FEVG testé dans cette étude ne permet pas une variabilité inter-observateur meilleure que la technique de référence utilisée par les médecins urgentistes (l'évaluation visuelle). Cet outil ne peut donc pas encore être utilisé en pratique courante.

Si nos résultats sont mauvais, plusieurs études avaient pourtant montré une bonne reproductibilité de l'évaluation automatique de la FEVG sur appareil d'échographie nomade. En 2015, Christian Knackstedt et son équipe (17), ont inclus 255 patients, en rythme sinusal, dans 4 centres différents. Pour chacun d'entre eux, des coupes 4 cavités avaient été réalisées afin d'évaluer la FEVG de manière visuelle et via la méthode Simpson biplan. Ces coupes avaient été enregistrées dans une base données. Un logiciel d'apprentissage (AutoLV, TomTec-Arena 1.2, TomTec Imaging Systems) reprenait ces images afin d'estimer la FEVG cette fois de manière automatique. Les mesures automatiques étaient réalisables pour 98% des patients et le temps moyen d'analyse était de 8 secondes. Il existait une bonne concordance entre les évaluations automatiques mais pas entre les évaluations visuelles. La variabilité inter-évaluateur était plus élevée pour l'évaluation visuelle. En 2017, l'équipe de Ninel Hovananians (16) a comparé l'évaluation manuelle de la FEVG via le Simpson Biplan de deux évaluateurs à l'évaluation automatique de la FEVG à l'aide du logiciel Philips aEDQ. L'étude a été réalisée sur 184 patients. Les résultats montraient une forte corrélation entre la méthode manuelle et la méthode automatisée, cette dernière étant deux fois plus rapide. La mesure automatique était établie en utilisant des repères anatomiques à partir d'une base de données de modèles anatomiques afin d'estimer les parois de l'endocarde. Dans le cas où la qualité de l'image était mauvaise, les limites de l'endocarde étaient modifiables à la discrétion du médecin. La méthode automatisée s'était avérée plus précise, rapide et reproductible que la méthode manuelle. Dans notre étude, nous pouvons reprocher à l'appareil de ne pas bénéficier de possibilité de correction de la main humaine lors du traçage des parois du VG. Le gain et la profondeur étaient les seuls paramètres modifiables. Les détections de l'endocarde étaient parfois aberrantes et le cycle cardiaque pas toujours détecté. Ceci pourrait, en partie, expliquer la mauvaise concordance inter et intra-évaluateur entre évaluations automatique et visuelle. Nous pouvons donc suggérer une amélioration des techniques de détection des parois du VG et des mouvements de

valves. Aussi, notre étude montre une assez bonne variabilité inter-observateur de l'évaluation visuelle de la FEVG, ce qui est contraire aux données de la littérature (16,17,19). Cette bonne variabilité peut être expliquée par le fait que la majeure partie des patients avait le même profil. Aussi, les évaluateurs venaient du même centre et avaient le même niveau d'apprentissage. Pour 64% la qualité de l'image était jugée comme bonne ou parfaite, ce qui peut favoriser la meilleure reproductibilité inter-observateur de l'évaluation visuelle.

Une étude est en cours afin d'évaluer la concordance de la mesure automatique de FEVG sur échographe de poche avec la FEVG estimée par la technique de référence : l'IRM cardiaque. La connaissance de la fiabilité de la FEVG automatique est en effet une autre condition nécessaire à l'utilisation de cette option de l'échographe portable mais nous pouvons d'ores et déjà nous interroger sur la pertinence de cette dernière, sachant déjà qu'il existe une mauvaise concordance inter et intra-évaluateur.

Malgré son originalité, cette étude présente plusieurs limites. Premièrement, il s'agit d'une étude monocentrique ce qui peut gêner la généralisation des résultats. Aussi, l'évaluation de la FEVG est surtout importante lorsque les patients sont en état de choc or, ce n'est pas ici notre recrutement. Il est à noter que le temps de mesure n'avait pas été chronométré pour la réalisation de chacune des coupes. Certains évaluateurs ont pu conclure à une impossibilité de mesure plus rapidement que d'autres. Dans le même sens, nous n'avons pas comptabilisé le nombre de tentatives de mesure avant d'obtenir une valeur ou de conclure à un échec. Il aurait donc était intéressant de recueillir la durée de réalisation de coupes et le nombre d'essais afin de limiter l'impact de ces biais d'évaluation. Contrairement à ce qu'il était prévu dans le protocole, en raison de soucis d'organisation et de disponibilité des médecins, les évaluateurs ont réalisé leur 2 coupes d'affilé et non l'un après l'autre. La concordance intra évaluateur de l'estimation de la FEVG visuelle et automatique a donc pu être sur évaluée. Enfin, on ne s'attendait pas à une faible

faisabilité avant de débuter l'étude. En effet, le nombre de sujets nécessaires (estimé à 74 et arrondi à 80) avait été calculé dans l'idéal où pour ces patients, toutes les valeurs de FEVG visuelles et automatiques était rapportées. Or, on note qu'il existait des données manquantes pour 24 patients. Il en découle une différence d'intervalle de confiance estimé et réel et donc un manque de puissance. C'est pour cela qu'après estimation, 40 autres patients doivent être inclus dans les prochains. Ce présent travail de thèse constitue dès lors une analyse intermédiaire.

Ainsi, avec les nouvelles techniques d'apprentissage automatique, nous envisageons une nouvelle ère de l'échocardiographie dans un avenir proche. Il semblerait que nous avons encore besoin de trouver des alternatives permettant de réduire les variabilité inter et intra évaluateurs des méthodes de mesures de la FEVG.

#### CONCLUSION

Dans notre étude, la concordance inter-évaluateur de la FEVG automatique mesurée avec un échographe de poche était de 0,17 [-1,11; 0,41]. La qualité de l'image ne semble pas être un facteur modifiant cette très mauvaise concordance. La faisabilité était de 79%. La technique de référence, l'évaluation visuelle, avait une concordance inter évaluateur de 0,89 et une faisabilité de 99%. Une amélioration technique de l'outil est alors nécessaire afin de le rendre utile en pratique clinique.

# **BIBLIOGRAPHIE**

- 1. Duchenne J MM, Rothmann C, Claret PG, Desclefs JP, Vaux J, Miroux P, Ganansia O, et les membres de la commission des référentiels de la SFMU. Premier niveau de compétence pour l'échographie clinique en médecine d'urgence. Ann Fr Med Urgence. 2016;6(4):284-95.
- 2. Bobbia X, Zieleskiewicz L, Pradeilles C, Hudson C, Muller L, Claret PG, et al. The clinical impact and prevalence of emergency point-of-care ultrasound: A prospective multicenter study. Anaesth Crit Care Pain Med. 2017 Dec;36(6):383-9.
- 3. Arthur J Labovitz, Vicki E Noble, Michelle Bierig, Steven A Goldstein, Robert Jones, Smadar Kort, Thomas R Porter, Kirk T Spencer, Vivek S Tayal, Kevin Wei. Focused cardiac ultrasound in the emergent setting: a consensus statement of the American Society of Echocardiography and American College of Emergency Physicians 2010 Dec;23(12)
- 4. https://www.sfmu.org/upload/consensus/rfe ecmul 2016.pdf
- 5. Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine. Ann Emerg Med. 2017 May;69(5):e27-e54.
- 6. Bergenzaun L, Gudmundsson P, Ohlin H, During J, Ersson A, Ihrman L, et al. Assessing left ventricular systolic function in shock: evaluation of echocardiographic parameters in intensive care. Critical care (London, England). 2011 Aug 16;15(4):R200.
- 7. X. Bobbia, L. Muller, PG. Claret, S. Pommet, JE. de La Coussaye. Évaluation hémodynamique en médecine d'urgence : apport de l'échocardiographie.
- 8. Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. The New England journal of medicine. 2011 Feb 24;364(8):749-57.
- 9. Dijos M, Pucheux Y, Lafitte M, Reant P, Prevot A, Mignot A, et al. Fast track echo of abdominal aortic aneurysm using a real pocket-ultrasound device at bedside. Echocardiography. 2012 Mar;29(3):285-90.

- 10. Bobbia X, Chabannon M, Chevallier T, de La Coussaye JE, Lefrant JY, Pujol S, et al. Assessment of five different probes for lung ultrasound in critically ill patients: A pilot study. Am J Emerg Med. 2018 Jul;36(7):1265-9.
- 11. Pujol S, Laurent J, Markarian T, Claret PG, Lefrant JY, Roger C, et al. Compression with a pocket-sized ultrasound device to diagnose proximal deep vein thrombosis. Am J Emerg Med. 2018 Jul;36(7):1262-4.
- 12. Point-of-care ultrasound with pocket-size devices in emergency department / European Association of Echocardiography 2011
- 13. Biais M, Carrie C, Delaunay F, Morel N, Revel P, Janvier G. Evaluation of a new pocket echoscopic device for focused cardiac ultrasonography in an emergency setting. Critical care (London, England). 2012;16(3):R82.
- 14. Bobbia X, Pradeilles C, Claret PG, Soullier C, Wagner P, Bodin Y, et al. Does physician experience influence the interpretability of focused echocardiography images performed by a pocket device? Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2015 Jul 7;23:52.
- 15. Cardim N, Dalen H, Voigt JU, Ionescu A, Price S, Neskovic AN, et al. The use of handheld ultrasound devices: a position statement of the European Association of Cardiovascular Imaging (2018 update). European heart journal cardiovascular Imaging. 2019 Mar 1;20(3):245-52.
- 16. Ninel Hovnanians Theresa Win, Mohammed Makkiya Qi Zheng Cynthia Taub. Validity of automated measurement of left ventricular ejection fraction and volume using the Philips EPIQ System 2017 Nov;34(11)
- 17. Christian Knackstedt et al. Fully automated versus standard tracking of left ventricular ejection fraction and longitudinal strain: the FAST-EFs multicenter study. Journal of American college of cardiology. 2015
- 18. Recommandations de la Société Européenne de Cardiologie sur le diagnostic et le traitement de l'insuffisance cardiaque aigue et chronique 2016
- 19. Cole, Graham D et al. "Defining the real-world reproducibility of visual grading of left ventricular function and visual estimation of left ventricular ejection fraction: impact of image quality, experience and accreditation." The international journal of cardiovascular imaging vol. 31,7 (2015): 1303-14.

# ANNEXE 1

N° d'inclusion : C     P   _				
VISITE D'INCLUSION				
Date d'inclusion:     jour   _  mois     année				
<ul> <li>Caractéristique du patient</li> </ul>				
• Poids :   _  kg • Taille :   _  cm				
• Sexe :				
Date de consentement du patient   _  jour   _  mois   _ _  année  Veuillez récupérer le consentement du patient avant sa sortie des urgences				
> Motif d'admission (choix multiple possible) :				
☐ Dyspnée ☐ Hypotension ☐ Douleur thoracique				
Principaux antécédents :				
□ HTA □ Dyslipidémie □ Diabète □ Obésité □ Tabagisme	<ul> <li>Cardiopathie ischémique</li> <li>Valvulopathie</li> <li>Troubles du rythme</li> <li>Insuffisance cardiaque</li> <li>Pas d'antécédent</li> </ul>			
FEVG antérieure connue ? □ oui □ non Si oui, valeur de la FEVG :     %				
➤ Examen clinique  • Hémodynamique  • FC:				
• Ventilation				
SpO2 :    %				
O2 en ventilation spontanée □ oui □ non				
Ventilation mécanique : □ oui □ non				
Fréquence Respiratoire :   _ cycles/minute				
Neurologique				
Score de Glasgow     / 15				
Diagnostic retenu :				

Local 2019 – REPRO AUTOFEVG Dr X.BOBBIA Protocole version 1 du 01/11/2020 CHU Nîmes Promoteur Page 3 sur 6

# **SERMENT**

au-dessus de mon travail.

◊ En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Etre suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.
◊ Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire

Admis (e) dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

♦ Respectueux (se) et reconnaissant (e) envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.
Que je sois couvert (e) d'opprobre et méprisé (e) de mes confrères si j'y manque.

### **RESUME**

#### Introduction

Les recommandations préconisent l'utilisation de l'échocardiographie en médecine d'urgence dans des contextes spécifiques : dyspnée, hypotension ou douleur thoracique. L'évaluation de la FEVG est un des objectifs de base. La technique d'évaluation de référence est l'évaluation visuelle. Elle est décrite comme soufrant d'une reproductibilité inter observateur médiocre. Un nouvel outil est disponible sur un échographe de poche : l'évaluation automatique de la FEVG. L'objectif principal de cette étude était d'évaluer la reproductibilité inter-évaluateur de la mesure automatique de la FEVG avec un échographe de poche.

#### Matériel et Méthode

Étude de reproductibilité d'une méthode de mesure, prospective, monocentrique, en simple aveugle; incluant patient majeur consultant aux urgences pour dyspnée, douleur thoracique ou hypotension. Il était réalisé par un premier médecin expert une première échocardiographie en coupe 4 cavités avec la sonde cardiaque de l'appareil d'échographie de poche. Il était alors estimé de manière visuelle puis automatique la FEVG. Un second médecin, expert également, réalisait la même tâche. Ensuite, une seconde coupe était réalisée par les deux médecins, en aveugle l'un de l'autre, réévaluant une nouvelle fois, la FEVG de manière visuelle et automatique.

#### Résultats

80 patients, 30 (37%) femmes, d'âge médian 61 [43;72] ans ont été inclus. L'analyse du critère de jugement principal a pu être effectuée sur 56 (80%) patients. La concordance inter-évaluateur de la mesure automatique de la FEVG était de 0,17 [-1,11; 0,41], la concordance intra évaluateur était de 0,34 [0,16; 0,49]. La concordance inter-évaluateur de la FEVG visuelle était de 0,89 [0,82; 0,93] et de 0,96 [0,97; 0,98] pour la reproductibilité intra-évaluateur. L'évaluation visuelle a pu être réalisée pour 79 patients (99% IC95% [96%; 100%]) et pour 63 patients (79% IC95% [69%; 87%]) pour l'évaluation automatique. Lorsque la qualité de l'image était jugée insuffisante pour l'interprétation visuelle (1 patient), il n'était pas possible de réaliser l'interprétation automatique. Lorsque la qualité était jugée suffisante pour l'interprétation visuelle (28 patients (35%)), l'évaluation automatique était possible pour 19 patients (68%). Les patients (35 (44%)) pour lesquels la qualité était jugée de bonne, bénéficiaient à 83% (29 patients) d'une possibilité d'évaluation automatique. Pour les 16 patients restants (20%) avec une qualité jugée parfaite, l'évaluation automatique était réalisée pour 15 d'entre eux (94%).

#### Conclusion

Cette étude montre une concordance inter évaluateur de la FEVG automatique mesurée avec un échographe de poche très mauvaise. Celle de l'évaluation visuelle est bonne.

Mots clés: Échocardiographie / Dyspnée / Douleur thoracique / Hypotension / Médecine d'urgence