



L'hystérosalpingo-IRM dans le cadre du bilan d'infertilité de la femme : comparaison à l'hystérosalpingographie classique

Manuelle Volondat

► To cite this version:

Manuelle Volondat. L'hystérosalpingo-IRM dans le cadre du bilan d'infertilité de la femme : comparaison à l'hystérosalpingographie classique. Médecine humaine et pathologie. 2017. dumas-01633829

HAL Id: dumas-01633829

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01633829>

Submitted on 13 Nov 2017

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.

UNIVERSITÉ DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS
FACULTÉ DE MÉDECINE

THÈSE D'EXERCICE DE MÉDECINE
En vue de l'obtention du diplôme d'État de Docteur en Médecine

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT À LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NICE
Le Mercredi 14 Juin 2017

Par

Manuelle VOLONDAT

Née le 25 Février 1989 à Nice (06)
Interne de D.E.S Radiodiagnostic et Imagerie Médicale

**L'HYSTÉROSALPINGO-IRM DANS LE CADRE DU BILAN
D'INFERTILITÉ DE LA FEMME :**

**COMPARAISON A L'HYSTÉROSALPINGOGRAPHIE
CLASSIQUE**

Devant le jury composé de :

Monsieur le Professeur Patrick CHEVALLIER

Président du jury

Monsieur le Professeur Bernard PADOVANI

Assesseur

Monsieur le Professeur Jérôme DELOTTE

Assesseur

Madame le Docteur Imène FATFOUTA

Assesseur

Madame le Docteur Madleen CHASSANG

Directrice de thèse

Liste des professeurs au 1er septembre 2016 à la Faculté de Médecine de Nice

Doyen	M. BAQUÉ Patrick
Vice-Doyen	M. BOILEAU Pascal
Assesseurs	M. ESNAULT Vincent M. CARLES Michel Mme BREUIL Véronique M. MARTY Pierre
Conservateur de la bibliothèque	Mme DE LEMOS Annelyse
Directrice administrative des services	Mme CALLEA Isabelle
Doyens Honoraires	M. AYRAUD Noël M. RAMPAL Patrick M. BENCHIMOL Daniel

Professeurs Honoraires

M ALBERTINI Marc	M. HARTER Michel
M. BALAS Daniel	M. INGLESAKIS Jean-André
M. BATT Michel	M. JOURDAN Jacques
M. BLAIVE Bruno	M. LALANNE Claude-Michel
M. BOQUET Patrice	M. LAMBERT Jean-Claude
M. BOURGEON André	M. LAZDUNSKI Michel
M. BOUTTÉ Patrick	M. LEFEBVRE Jean-Claude
M. BRUNETON Jean-Noël	M. LE BAS Pierre
Mme BUSSIERE Françoise	M. LE FICHOUX Yves
M. CAMOUS Jean-Pierre	Mme LEBRETON Elisabeth
M. CANIVET Bertrand	M. LOUBIERE Robert
M. CASSUTO Jill-patrice	M. MARIANI Roger
M. CHATEL Marcel	M. MASSEYEFF René
M. COUSSEMENT Alain	M. MATTEI Mathieu
Mme CRENESSE Dominique	M. MOUIEL Jean
M. DARCOURT Guy	Mme MYQUEL Martine
M. DELLAMONICA Pierre	M. OLLIER Amédée
M. DELMONT Jean	M. ORTONNE Jean-Paul
M. DEMARD François	M. SAUTRON Jean Baptiste
M. DOLISI Claude	M. SCHNEIDER Maurice
M. FRANCO Alain	M. TOUBOL Jacques
M. FREYCHET Pierre	M. TRAN Dinh Khiem
M. GÉRARD Jean-Pierre	M VAN OBBERGHEN Emmanuel
M. GILLET Jean-Yves	M. ZIEGLER Gérard
M. GRELLIER Patrick	
M. GRIMAUD Dominique	

M.C.A. Honoraire

Mlle ALLINE Madeleine

M.C.U. Honoraires

M. ARNOLD Jacques
M. BASTERIS Bernard
Mlle CHICHMANIAN Rose-Marie
Mme DONZEAU Michèle
M. EMILIOZZI Roméo
M. FRANKEN Philippe
M. GASTAUD Marcel
M. GIRARD-PIPAU Fernand
M. GIUDICELLI Jean
M. MAGNÉ Jacques
Mme MEMRAN Nadine
M. MENGUAL Raymond
M. PHILIP Patrick
M. POIRÉE Jean-Claude
Mme ROURE Marie-Claire

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M.	AMIEL Jean	Urologie (52.04)
M.	BENCHIMOL Daniel	Chirurgie Générale (53.02)
M.	BOILEAU Pascal	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M.	DARCOURT Jacques	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
M.	DESNUELLE Claude	Biologie Cellulaire (44.03)
Mme	EULLER-ZIEGLER Liana	Rhumatologie (50.01)
M.	FENICHEL Patrick	Biologie du Développement et de la Reproduction (54.05)
M.	FUZIBET Jean-Gabriel	Médecine Interne (53.01)
M.	GASTAUD Pierre	Ophtalmologie (55.02)
M.	GILSON Éric	Biologie Cellulaire (44.03)
M.	HASSEN KHODJA Reda	Chirurgie Vasculaire (51.04)
M.	HÉBUTERNE Xavier	Nutrition (44.04)
M.	HOFMAN Paul	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M.	LACOUR Jean-Philippe	Dermato-Vénéréologie (50.03)
M.	LEFTHERIOTIS Geogres	Physiologie- médecine vasculaire
M.	MARTY Pierre	Parasitologie et Mycologie (45.02)
M.	MICHIELS Jean-François	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M.	MOUROUX Jérôme	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)
Mme	PAQUIS Véronique	Génétique (47.04)
M.	PAQUIS Philippe	Neurochirurgie (49.02)
M.	PRINGUEY Dominique	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M.	QUATREHOMME Gérard	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	RAUCOULES-AIMÉ Marc	Anesthésie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	ROBERT Philippe	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M.	SANTINI Joseph	O.R.L. (55.01)
M.	THYSS Antoine	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	TRAN Albert	Hépatogastro-entérologie (52.01)

PROFESSEURS PREMIERE CLASSE

Mme	ASKENAZY-GITTARD Florence	Pédopsychiatrie (49.04)
M.	BAQUÉ Patrick	Anatomie - Chirurgie Générale (42.01)
M.	BARRANGER Emmanuel	Gynécologie Obstétrique (54.03)
M.	BÉRARD Étienne	Pédiatrie (54.01)
M.	BERNARDIN Gilles	Réanimation Médicale (48.02)
Mme	BLANC-PEDEUTOUR Florence	Cancérologie – Génétique (47.02)
M.	BONGAIN André	Gynécologie-Obstétrique (54.03)
M.	CASTILLO Laurent	O.R.L. (55.01)
M.	DE PERETTI Fernand	Anatomie-Chirurgie Orthopédique (42.01)
M.	DRICI Milou-Daniel	Pharmacologie Clinique (48.03)
M.	ESNAULT Vincent	Néphrologie (52.03)
M.	FERRARI Émile	Cardiologie (51.02)
M.	FERRERO Jean-Marc	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M.	GIBELIN Pierre	Cardiologie (51.02)
M.	GUGENHEIM Jean	Chirurgie Digestive (52.02)
M.	HANNOUN-LEVI Jean-Michel	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
Mme	ICHAÏ Carole	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	LONJON Michel	Neurochirurgie (49.02)
M.	MARQUETTE Charles-Hugo	Pneumologie (51.01)
M.	MOUNIER Nicolas	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	PADOVANI Bernard	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
M.	PRADIER Christian	Épidémiologie, Économie de la Santé et Prévention (46.01)
Mme	RAYNAUD Dominique	Hématologie (47.01)
M.	ROSENTHAL Éric	Médecine Interne (53.01)
M.	SCHNEIDER Stéphane	Nutrition (44.04)
M.	STACCINI Pascal	Biostatistiques et Informatique Médicale (46.04)
M.	THOMAS Pierre	Neurologie (49.01)

PROFESSEURS DEUXIEME CLASSE

M.	BAHADORAN Philippe	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	BAILLIF Stéphanie	Ophtalmologie (55.02)
M.	BENIZRI Emmanuel	Chirurgie Générale (53.02)
M.	BENOIT Michel	Psychiatrie (49.03)
M.	BREAUD Jean	Chirurgie Infantile (54-02)
Mlle	BREUIL Véronique	Rhumatologie (50.01)
M.	CARLES Michel	Anesthésiologie Réanimation (48.01)
M.	CHEVALIER Nicolas	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)
M.	CHEVALLIER Patrick	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
Mme	CHINETTI Giulia	Biochimie-Biologie Moléculaire (44.01)
M.	DELLAMONICA Jean	réanimation médicale (48.02)
M.	DELOTTE Jérôme	Gynécologie-obstétrique (54.03)
M.	FONTAINE Denys	Neurochirurgie (49.02)
M.	FOURNIER Jean-Paul	Thérapeutique (48-04)
Mlle	GIORDANENGO Valérie	Bactériologie-Virologie (45.01)
M.	GUÉRIN Olivier	Gériatrie (48.04)
M.	IANNELLI Antonio	Chirurgie Digestive (52.02)
M	JEAN BAPTISTE Elixène	Chirurgie vasculaire (51.04)
M.	LEVRAUT Jacques	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	PASSERON Thierry	Dermato-Vénéréologie (50-03)
M.	PICHE Thierry	Gastro-entérologie (52.01)
M.	ROGER Pierre-Marie	Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales (45.03)
M.	ROHRLICH Pierre	Pédiatrie (54.01)
M.	ROUX Christian	rhumatologie (50.01)
M.	RUIMY Raymond	Bactériologie-virologie (45.01)
Mme	SACCONI Sabrina	Neurologie (49.01)
M.	SADOUL Jean-Louis	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)
M.	TROJANI Christophe	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M.	VENISSAC Nicolas	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)

PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS

M. HOFLIGER Philippe Médecine Générale (53.03)

MAITRE DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS

M. DARMON David Médecine Générale (53.03)

PROFESSEURS AGRÉGÉS

Mme LANDI Rebecca Anglais

Mme ROSE Patricia Anglais

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme	ALUNNI Véronique	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	AMBROSETTI Damien	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	BANNWARTH Sylvie	Génétique (47.04)
M.	BENOLIEL José	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
Mme	BERNARD-POMIER Ghislaine	Immunologie (47.03)
Mme	BUREL-VANDEBOS Fanny	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M.	DOGLIO Alain	Bactériologie-Virologie (45.01)
M	DOYEN Jérôme	Radiothérapie (47.02)
M	FAVRE Guillaume	Néphrologie (52.03)
M.	FOSSE Thierry	Bactériologie-Virologie-Hygiène (45.01)
M.	GARRAFFO Rodolphe	Pharmacologie Fondamentale (48.03)
Mme	GIOVANNINI-CHAMI Lisa	Pédiatrie (54.01)
Mme	HINAULT Charlotte	Biochimie et biologie moléculaire (44.01)
M.	HUMBERT Olivier	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
Mme	LAMY Brigitte	Bactériologie-virologie (45.01)
Mme	LEGROS Laurence	Hématologie et Transfusion (47.01)
Mme	LONG-MIRA Elodie	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	MAGNIÉ Marie-Noëlle	Physiologie (44.02)
Mme	MOCERI Pamela	Cardiologie (51.02)
Mme	MUSSO-LASSALLE Sandra	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M.	NAÏMI Mourad	Biochimie et Biologie moléculaire (44.01)
Mme	POMARES Christelle	Parasitologie et mycologie (45.02)
Mme	SEITZ-POLSKI barbara	Immunologie (47.03)
M.	TESTA Jean	Épidémiologie Économie de la Santé et Prévention (46.01)
M.	TOULON Pierre	Hématologie et Transfusion (47.01)

PRATICIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE

M. DURAND Matthieu Urologie (52.04)

PROFESSEURS ASSOCIÉS

M. GARDON Gilles Médecine Générale (53.03)
M. GONZALEZ Jean-François Chirurgie Orthopédique et traumatologie (50.02)
M. PAPA Michel Médecine Générale (53.03)
M. WELLS Michael Anatomie-Cytologie (42.03)

MAITRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

M BALDIN Jean-Luc Médecine Générale (53.03)
Mme CASTA Céline Médecine Générale (53.03)
Mme MONNIER Brigitte Médecine Générale (53.03)

PROFESSEURS CONVENTIONNÉS DE L'UNIVERSITÉ

M. BERTRAND François Médecine Interne
M. BROCKER Patrice Médecine Interne Option Gériatrie
M. CHEVALLIER Daniel Urologie
Mme FOURNIER-MEHOUAS Manuella Médecine Physique et Réadaptation
M. JAMBOU Patrick Coordination prélèvements d'organes
M. ODIN Guillaume Chirurgie maxilo-faciale
M. PEYRADE Frédéric Onco-Hématologie
M. PICCARD Bertrand Psychiatrie
M. QUARANTA Jean-François Santé Publique

REMERCIEMENTS

« La lecture est une bonne façon de s'enrichir sans voler personne »

Arlette Laguiller ;)

Alors, bonne lecture ...

Aux membres du jury

À Monsieur le Président du jury, le Professeur Patrick CHEVALLIER,

Vous me faites l'honneur de présider mon jury de thèse.

Je souhaiterais vous remercier très sincèrement pour tout votre soutien pendant mon internat. Mes premiers pas dans le monde de la Radiologie ont commencé dans votre service et je ne saurai l'oublier. Vous avez toujours été à l'écoute, disponible et bienveillant. J'ai tellement appris à vos côtés, non seulement en Imagerie mais aussi humainement. Votre abnégation, vos compétences et votre passion de la transmission du savoir sont et resteront une importante source d'inspiration pour moi.

Soyez assuré de mon plus profond respect.

À Monsieur le Professeur Bernard PADOVANI

Vous me faites l'honneur de juger mon travail.

Je souhaiterais vous remercier pour votre soutien constant tout au long de mon parcours, votre écoute et votre disponibilité. Vous avez toujours été présent et avez pris le temps à chaque sollicitation.

Votre expertise et votre dévouement professionnel suscitent mon admiration et mon estime.

Recevez ici l'expression de ma profonde considération.

À Monsieur le Professeur Jérôme DELOTTE

Je vous remercie d'avoir accepté de juger mon travail.

Nous avons pu échanger à de nombreuses reprises et je vous suis très reconnaissante pour votre constante disponibilité et votre bienveillance. J'espère que de futurs projets nous permettront d'échanger de nouveau.

Soyez assuré de ma sincère considération et de mon profond respect.

À Madame le Docteur Imène FATFOUTA

Je vous remercie d'avoir accepté de juger mon travail.

Je sollicite votre expertise dans le domaine de la prise en charge du couple infertile.

Soyez assurée de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

À ma Directrice de thèse, le Docteur Madleen CHASSANG

Tu me fais l'honneur de diriger cette thèse et je te remercie de m'avoir confié ce travail et de m'avoir permis de participer à ton étude que tu as menée depuis son origine. J'espère avoir été à la hauteur de la tâche. Un très grand merci, pour tout. Je me rappellerai toujours de mon tout premier jour de radiologie dans le service où tu m'as immédiatement épaulé, transmis et partagé ton savoir, et toujours avec générosité et bonne humeur. Merci pour nos nombreuses rigolades. Ton expertise en Imagerie n'est plus à démontrer et j'espère pouvoir encore beaucoup apprendre à tes côtés. Au delà d'avoir été l'un des Maîtres d'Internat les plus importants pour moi, j'ai découvert une personne incroyablement intelligente et humaine (#MissEmpathie , une marque déposée maintenant ;).

Sois assurée de ma plus profonde considération et de mon très sincère respect.

À mes Maîtres d'Internat

Au Docteur Marie BAQUÉ : LA Rencontre. Ma maman-Radio Soleil !! Il y a tant à apprendre à tes côtés, en Imagerie bien sûr et humainement, tellement. Que je suis heureuse de te retrouver pour mon dernier semestre. Tu es toujours aussi lumineuse et rayonnante. Je n'ai pas connu une minute à tes côtés où tu n'as pas cherché à transmettre ton savoir, ta passion. Ta curiosité insatiable est pour moi une source d'admiration majeure dont je ne cesserai de m'inspirer. Merci pour tout !

Au Docteur Guillaume BAUDIN : Un très chaleureux et sincère merci. Tu m'as toujours appris et transmis dans la joie et la bonne humeur. De vrais moments de partage que je n'oublierai jamais. Ta générosité, ton altruisme et tes compétences imposent le respect. 1000 mercis

Au Docteur Christine TRAN : Halala M'ame Christine, ma seconde maman-Radio de la colline !! Merci pour ta bonne humeur constante, ta joie de vivre. Merci pour tout ton soutien et pour tout ce que tu m'as appris, depuis le début. À nos franches rigolades passées et futures ;)

Au Docteur Lydiane MONDOT : Un grand merci pour tout ce que tu m'as enseigné. J'aurais tellement aimé profiter bien plus de ton encyclopédique connaissance en neuro-radiologie. Ta passion pour ton métier se ressent à chaque vacation passée à tes côtés, un vrai modèle. Et à nos mojitos animés ;)

Au Docteur Marie-Ève AMORETTI : Tu seras toujours pour moi celle qui m'a donné le déclic et l'envie de faire ce métier. Je me souviendrai toujours de mon premier jour de stage d'externe en radio à St Roch, de ta bonne humeur, de ta disponibilité et de ta volonté de toujours nous apprendre. C'est grâce à ces moments là que je me suis lancé dans la Radio et je ne le regrette pas une seule seconde. Sois assurée de mon sincère et profond respect.

Au Docteur Claire CHAPPELLIER : Merci pour tout ce que tu m'as appris en sénologie. Merci pour ta douceur et ta bienveillance. Je pense particulièrement fort à toi et à ta famille.

Au Docteur Virgine BEN AMOR : Oui je descends !! ;) Merci pour ton soutien et tout ce que tu m'as appris au scan ou à l'IRM.

Aux Docteurs Olfa BEN ABDALLAH et Nawel MESKINE : mercis pour vos soutiens saint rochois et votre enseignement.

Aux Docteurs Sandie STOLEAR et Thomas BENZAKEN : À mes premiers CCA. Merci pour votre enseignement, votre disponibilité et votre gentillesse.

Au Docteur Charles RAFFAELLI : Vos connaissances en radiologie imposent le respect, merci pour tout ce que vous nous transmettez.

Au Docteur Stéphane CHANALET : Merci pour ton apprentissage en neuro-radiologie. Sois assuré de mon profond respect.

Au Docteur Antoine IANESSI : Ce fut un super semestre à tes côtés, merci pour tout ce que tu m'as appris.

Au Docteur Jean BAQUÉ : Tes compétences, ton humanité et ton altruisme imposent le respect. Un grand merci.

Au Docteur Lucia COCO : Merci pour ce que tu m'as appris et ton soutien notamment lors de mon premier semestre.

Au Docteur Nicolas Amoretti : Merci pour vos enseignements en ostéo-articulaire. Soyez assuré de ma sincère considération.

Au Docteur Sorin ARHIP : Merci pour ta gentillesse et ton enseignement de l'ostéo-articulaire.

Aux Docteurs Amandine CAUDAL et Laurène AVRIL : Ce fut un plaisir d'apprendre à vos côtés, merci beaucoup.

Au Docteur Dorothée DUCREUX : Merci pour votre enseignement en imagerie cardio-thoracique. Soyez assurée de ma gratitude et de mon respect.

Au Docteur Julie SANGLIER : Merci pour ces vacances d'échographie CALues passées ensemble, merci pour tout ce que tu m'as appris toujours avec le sourire.

Au Docteur Corinne BOYER : Je suis très heureuse de passer mon dernier semestre dans ton service. Merci pour ta gentillesse ta disponibilité et ta bonne humeur et aux aménagements de planning qui m'ont permis d'accélérer dans la dernière ligne droite de la soutenance. Je pressens un semestre passionnant.

Au Docteur Carole LEROUX : Merci pour ton chaleureux accueil et pour mon baptême dans la cystographie.

Au Docteur Myriam GUESMI : Merci pour ta bonne humeur et ta disponibilité. Hâte de pouvoir apprendre à tes côtés.

Au Docteur Béatrice LELOUTRE : Merci de m'avoir accompagné dans mes tous premiers pas en radio-pédiatrie, de m'avoir permis de m'émerveiller devant mes premières ETF. Hâte d'apprendre à tes côtés.

Au Docteur Marco ALBERTARIO : Merci pour tes précieux conseils, ta disponibilité et ta bonne humeur. Je ne serai probablement jamais prête pour le marathon mais on pourra continuer d'échanger aux sujets de nos entraînements respectifs.

Au Docteur Aurélie OCCELLI : Merci pour ton accueil, ta disponibilité et ton soutien.

Aux Docteurs Yves CHAU, Jacques SEDAT et Marina SACHET : Soyez assurés de mon respect.

Au Professeur COUSSEMENT : Merci pour vos cours passionnés du mardi après-midi.

Au Docteur Aurélie JALAGUIER : Merci pour ce semestre si riche d'enseignement. Tes compétences et ton altruisme imposent le respect. Sois assurée de ma profonde considération.

Aux Docteurs RIM VILLARD et Béatrice DELARBRE : Merci pour votre accueil et votre soutien. J'ai tellement appris à vos côtés et toujours dans la bonne humeur.

Au Docteur Anne CHEVALLIER : Un grand merci pour ce semestre passé à vos côtés, merci pour votre accueil et votre gentillesse. Mon semestre au laboratoire fut vraiment passionnant. Merci pour tout ce que vous m'avez appris toujours avec bienveillance et bonne humeur.

Au Docteur Zoé PÉDEUTOUR-BRACCINI : Merci pour ta disponibilité, ta gentillesse. Découvrir l'anapath à tes côtés fut un vrai bonheur. J'espère qu'on pourra continuer à travailler ensemble dès Novembre.

Au Professeur MICHELS : Merci de m'avoir accueillie dans votre service. Soyez assuré de ma gratitude et de mon profond respect.

Au Professeur ROUX : Merci pour votre enseignement lors de mon premier semestre. Soyez assuré de ma sincère considération.

Et aussi aux Médecins Urgentistes et autres compagnons de garde au « kafoutch ».

À toutes les équipes soignantes manips, secrétaires, ASH qui m'ont toujours accueilli avec le sourire.

À l'équipe de l'Archet : aux manips, secrétaires, ASH et à la brancarderie nationale !!! À Emilie, Audrey, Cécile, Marie, Michelle, Olivier, Nono, Sandrine, Tiss, aux Isa (et au protocole Madonna), à Mélanie, Romain. À Martine, Sandrine, Anaïs, Gaelle. À Véro, Jérôme, Delphine, Diane et Eric. J'espère qu'on continuera à travailler ensemble avec cette super ambiance.

À l'équipe du CAL : mercis pour ces bons moments passés ensemble. À Julien, Anthony, Erika, Monia, Max, aux Aurélie, ce fut un plaisir de travailler avec vous.

Aux équipes de Pasteur et Saint Roch : mercis pour votre soutien de jour comme de nuit. Spéciale dédicaces à Andréa, Louana, Boris, Pierre, Rachid, Didier, Guislaine, Luc, Thibaut qui m'ont accompagné dans mes laborieuses premières gardes et qui continuent de me soutenir à toute heure de la nuit, merci pour votre bonne humeur constante.

À toute l'équipe de l'IPC avec qui j'ai énormément apprécié de travailler. Merci pour votre accueil, votre gentillesse et vos sourires. Vous me manquez !!

À l'équipe de Lenval : On ne se connaît pas encore très bien mais je sens que je vais passer un super semestre à vos côtés.

Aux techniciennes et secrétaires d'anapath : merci pour votre accueil pendant mon semestre chez vous. Merci pour votre patience lors de mes premières séances de macro. J'ai adoré travailler et apprendre à vos côtés. Un super semestre.

Je m'excuse pour ceux que je n'ai pas cités mais que je n'oublie pas.

À mes co-internes.

À Alixon : Mon Alixon !! Tu me manques ce semestre, vivement que tu rentres. On se cotoie pourtant depuis longtemps mais on a vraiment appris à se connaître pendant notre internat et quel bonheur d'être ta co-interne !! Tu es une si belle personne, si gentille, généreuse et drôle. À tous nos beaux moments passés ensemble, passés et futurs, à nos fous rires mémorables ;)

À Yanou : J'ai su dès la première seconde où l'on s'est rencontré que j'avais gagné le gros lot comme co-interne !! Ton phlegme bordelais m'impressionnera toujours. Merci d'avoir fait l'aller retour de Bordeaux, ça représente vraiment bien ce que tu es, une personne généreuse, altruiste et toujours disponible. Merci pour ton soutien dans certains laborieux plans de table. Je suis très fière d'être ta co interne et j'espère que notre collaboration continuera encore longtemps.

À Xav' : Wo ! ☺ Plus qu'un co-interne, un véritable ami. Un exemple de gentillesse et de patience (et il en fallait à mes côtés ;). Une sacrée relève en interventionnelle arrive. Et tu rentres après Marseille, hein !!

À Jeff et Pierre : Mes si précieux co internes marseillais. Un grand merci pour votre accueil. À nos pauses détentes devant l'IPC, à notre dernière soirée ... ;) Deux superbes rencontres. Vous serez toujours les bienvenus à Nice !!

À Élodie : une superbe rencontre marseillaise. J'espère qu'on va bien profiter de notre dernier semestre ici et te faire découvrir les coins sympas de la Côte d'Azur.

Aux plus jeunes : À Margaux et Chloé : le duo glamour des internes de radio ; À Violaine, Alex, Laurence, Ève, Elisabeth, Marine, Perrine, Alexandra et Léa : hâte de continuer à travailler avec vous.

Aux plus vieux

À Julien : Je crois qu'on en a pas fini tous les deux ☺ Très contente de te rejoindre sur la colline en Novembre. Merci pour tous nos bons moments passés ensemble depuis l'externat maintenant. Sacré début de clinicat, pour lequel tous disent que tu te débrouilles à merveille mais cela ne m'étonne pas de ta part. Chapeau l'artiste !

À Olivier : le grinchou te remercie pour tout. Depuis mes premiers pas radiologiques, tu as toujours été là pour me donner de précieux conseils. Bravo pour ton parcours, exemplaire.

À Élodie : La perle ☺ , merci pour tous tes conseils. À nos cafés parisiens pendant le DU. Va vraiment falloir qu'on les rattrape tous ces apéros depuis le temps qu'on le dit!!

À Éric : On n'a pas tant eu de semestre en commun mais j'ai quand même vraiment appréciée être ta co interne. Ton humour et ta gentillesse nous manquent ici bas.

À Laura : Ta joie de vivre et ton sourire ont tellement rendu plaisants nos vac CALues . Merci pour tout ce que tu m'as appris.

À Caro B et Florence : mes premières co internes de Radio à qui je collais aux basques. Merci pour votre patience et vos précieux conseils

À Caro R et Bastien : les forces tranquilles des internes niçois. Je vous souhaite le meilleure pour la suite.

À Agnès, Nihal, Astrid et Guillaume : merci pour m'avoir cocooné pour mon premier semestre. On n'a peut-être pas sauvé beaucoup de lombalgies mais on s'est bien marré ;)

À mes amis

À mes stylos violets chéris :

À Paulette : mon Popo des îles. On se croisait depuis longtemps mais c'est en D4 que la magie a opéré. Ne changes surtout pas, gardes ton sourire, ton humour. J'ai hâte de te revoir encore et encore. Promis un jour j'arriverai à la faire cette p*** de grimace. À Leponex et ses pouvoirs magiques.

À Sarah : Ma Sarette !! Ma petite douceur des Flandres. À nos soirées sushi, des fois nos soirées kleenex mais maintenant tu vois tout s'éclaircit ;) Merci pour ton écoute, ton réconfort. Je te souhaite tout le bonheur que tu mérites tant.

À Montebelove, à Alex (Emile Choumi Potin), Abdi, Hannah, Yoann : la famiiiiille aaaallllllloo. À nos heures innombrables dans les salles de travail, au ping pong , au RU ..et bon appétit !!

À Marion et Jordan : Alllloooo les doudous, les tourterelles de Montebelove. Vous vous êtes envolés vers les Cocotiers maintenant mais je sais que les km n'y feront rien. Très très hâte de rencontrer votre merveille. Elle a intérêt à faire de l'athlé cette petite ;)

À Régis : Rage ! Ha qu'ils sont pénibles ces kilomètres entre Nice et Montpel' !! Malgré la distance, je ne t'oublie pas, impossible. J'admire tellement ton parcours et ta persévérance. Je vous souhaite tout le bonheur du monde à votre petite famille, que j'aimerais voir plus souvent À nos années d'externat à trimer ensemble, aux fous rires, au rouleau ;)

A notre belle bande de bras cassés que je côtoie tous les jours,

À Clément : enfin Robert !!! Un grand merci pour tout ton soutien, ta patience (et il en fallait) pendant ces heures syndicales. Merci pour ta diplomatie qui tempérait très justement mes bouffées de chaleur ☺ Merci pour ta gentillesse. Ne changes pas ;)

À Loïc : Ton sens si aiguisé de la blague frontale m'impressionnera toujours. À Sabou bien sûr aussi, mon soutien féminin tout en douceur et en sourire pour mon mi temps à la colloc. Vous êtes beaux les amoureux, je vous souhaite le meilleur.

À Alexis : La caution sportive de la colloc ! Je suis très contente de te retrouver à l'Archet bientôt ;) Merci pour ta mythique scène de l'extincteur en folie ;)

À Martin : Au plus beau et au plus gentil des pompiers.

A Gwendo : Xavier a trouvé la perle rare ;) Merci de m'avoir aidé par tes précieux conseils dans ma prometteuse carrière de véliplanchiste ;)

À Rémi et Lulu : À mon couple de chtis monégasques préféré. Tellement heureuse d'avoir fait votre rencontre, pourvu que ça dure !! ☺

À Doudou et Lorène : Allez sans rancune Doudou, je sais que je t'ai piqué ta dulcinée (après Lorène bien sûr) mais j'espère que tu me pardonneras un jour. Plein de bonheurs les amoureux.

À l'Athlétisme,

À Diana et Séb : Ho les loulous !! Même si on a rangé nos pointes et qu'on fait plus le machin de course à pied, je sais qu'on continuera toujours à se voir et à rigoler ensemble.

À Pernille : Peper la vieille branche !!! Même si t'a raccroché ta perche je sais qu'on gardera toujours le contact, à la tienne Peper ;)

À Aurélie : l'Iron girl de la bande. Le temps a passé depuis nos heures de benjamine ;) , à nos cross pluvieux et frileux. Je te souhaite le meilleur du meilleur avec Seb.

Au CAVIGAL, mon premier club qui m'a donné la passion pour mon sport : à Fato, Claude Jean, à Marie et à Pija.

AU NCAA, le club où je me suis tant épanouie. De merveilleux moments que je n'oublierai jamais.

À Benoit, bien sûr, avec qui j'ai passé de superbes années. Même si le destin a séparé nos chemins, je te souhaite d'être heureux et épanoui.

Et aussi,

À Papy et Mémé, partis bien trop tôt qui auraient été heureux de ce moment là. Je pense fort à vous.

À Tat'you, dommage que tu n'aies pas pu venir ce soir mais c'est pas grave je te ferai un petit résumé, en plus je sais tes atomes crochus pour l'imagerie, et la médecine en général.

A Bilou,

Mon Mickey !! Le voilà ce moment de joie de t'écrire ces quelques lignes. Notre amitié est née dans les couloirs d'un célèbre hôpital gériatrique et depuis il nous est impossible de nous quitter, même les kilomètres n'y peuvent rien. Je suis tellement fière d'être ton amie et j'ai la certitude que cela durera toujours. Merci pour tout ton toi, tout ce que tu es. A tous nos fous rires, nos moments de joie, de pleurs, à la contrée, à QPUC.

Merci aussi à Dimitri, Vladimir, Jean-Vlad (oui c'est bien le même). Ton amour de compagnon de vie, sacrément fort en pomme !

Bienvenue au petit Léon d'amour, votre tout petit bout, qui a eu l'excellente idée de pointer son bout du nez un certain 18 Mai. Bien ouéj Léon !! Tata Mickey sera toujours là pour toi.

A Sandy,

Mon sandwich !! Depuis Calmette, il s'en est passé des choses... mais notre amitié, infaillible. Je t'admire pour tout ce que tu es, ta générosité, ton intelligence, ton humour. Abdi a une chance inestimable de t'avoir à ses côtés. Et Noam, un petit garçon en or !!! Tata Veau sera toujours là pour toi. J'ai tellement hâte de rencontrer le 4^e de la famille, un Eden d'amour.

A notre trio, notre amitié indéboulonnable. L'assurance qu'on sera toujours là l'une pour l'autre.

A l'avenir, heureux.

Je vous aime.

A Benjamin,

Mon Amour,

Merci pour tout ce que tu es. Ta joie de vivre permanente, ton humour, ton optimisme, me font me sentir tellement bien à tes côtés. Plus qu'un excellent Bon Compagnon, qu'un Ami infallible, qu'un Amour incroyable, mon Soleil au quotidien...

Je souhaite à chaque instant que cela ne s'arrête jamais,

Je t'aime.

A ma Maman,

Merci pour ton amour si palpable. Ton sourire, ta douceur, ton humour sont tellement importants pour moi. Les mots ici ne suffiront pas à te dire à quel point je t'aime.
Ma Maman Bonheur.

A mon Papa,

Merci tellement. Si j'ai la chance de pouvoir rédiger ces lignes et d'en être là aujourd'hui, c'est en très grande partie grâce à toi. Tu es un si beau modèle d'écoute, de curiosité, de travail, de partage, d'ouverture d'esprit. Tu m'as appris à toujours y croire, à me remettre sans cesse en question et toujours avec amour, bienveillance et réconfort.

Merci pour tout,

Je vous aime si fort.

TABLE DES MATIÈRES

I.	INTRODUCTION	23
A.	Définition de l'infertilité.....	23
B.	Principes d'investigation chez le couple infertile	23
C.	Rôle de l'imagerie dans l'exploration de l'infertilité féminine.....	24
1.	Myomes utérins	25
2.	Endométriose.....	25
3.	Adénomyose	26
4.	Malformations du tractus génital	26
5.	Anomalies tubaires et péri-tubaires	27
D.	Modalités d'imagerie utiles dans l'exploration des causes d'infertilité	28
1.	Techniques classiques.....	28
2.	Techniques de développement récent	33
E.	Justification de notre étude	35
II.	MATÉRIELS ET MÉTHODES	36
A.	Objectifs et critères de jugement de l'étude.....	36
1.	Objectif et critère de jugement principal.....	36
2.	Objectifs et critères de jugement secondaires	36
B.	Schéma expérimental de l'étude	37
1.	Type d'étude	37
2.	Critères d'inclusion et de non-inclusion.....	38
3.	Randomisation	38
C.	Déroulement des examens.....	39
1.	Pose du cathéter	39
2.	Réalisation de l'hystérosalpingo-IRM	40

3.	Réalisation de l'hystérosalpingographie	42
4.	Fin de procédure	42
5.	Procédure de lecture et d'interprétation	42
D.	Analyse statistique des données	45
1.	Analyse du critère de jugement principal	45
2.	Analyse des critères de jugement secondaire	45
III.	RÉSULTATS	53
A.	Description de la population	53
B.	Résultats de l'objectif principal de l'étude.....	57
C.	Résultats des objectifs secondaires	60
1.	Localisations et concordance des anomalies retrouvées.....	60
2.	Diagnostics supplémentaires apportés par l'IRM	64
3.	Evaluation de la douleur et de la pénibilité de chaque procédure	66
4.	Répétabilité et reproductibilité de lecture de l'hystérosalpingo-IRM	68
5.	Taux d'échec	69
IV.	DISCUSSION	70
V.	CONCLUSION	79
VI.	BIBLIOGRAPHIE.....	80
VII.	TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	86
VIII.	SERMENT D'HIPPOCRATE.....	87

I. INTRODUCTION

A. Définition de l'infertilité

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) définit l'infertilité comme l'absence de conception après au moins 12 mois de rapports sexuels réguliers non protégés. Elle est un motif fréquent de consultation puisqu'elle concerne un couple sur sept et constitue ainsi un véritable problème de santé publique. Cette forte incidence est notamment due à l'augmentation des maladies sexuellement transmissibles et à l'âge de plus en plus avancé des femmes lors de leur première grossesse (1). Les techniques d'assistance médicale à la procréation (AMP) ne cessant de progresser, le bilan étiologique d'infertilité se doit d'être toujours plus précis et complet. L'imagerie joue alors un rôle clé dans cette investigation ainsi que dans l'évaluation pronostique des grossesses à venir.

B. Principes d'investigation chez le couple infertile

On estime que 30 % des infertilités sont exclusivement féminines, 20 % sont masculines, 40 % sont liées à des problèmes de fertilité chez les deux membres du couple et enfin 10 % sont de cause inconnue (2). L'étiologie étant souvent multifactorielle, le bilan du couple se doit d'être exhaustif. Lors de la première consultation du couple infertile, l'interrogatoire et l'examen clinique occupent une place prépondérante. Ils vont permettre d'orienter la prescription d'examens complémentaires afin de guider la prise en charge. Cette exploration comprend quatre domaines principaux d'investigation (2) :

- La perméabilité tubaire et l'état de la cavité utérine, évaluée en première intention par une hystérosalpingographie (recommandation grade A).

- La qualité de l'ovulation, évaluée en première intention par une échographie pelvienne par voie endovaginale (recommandation grade A).
- La qualité du sperme, évaluée par un spermogramme (recommandation grade A).
- L'interaction glaire-sperme, étudiée grâce au test de Hühner ou test post coïtal, non systématique pouvant être prescrit en seconde intention (recommandation grade B)

En cas d'anomalie ovulatoire (clinique ou échographique) ou spermatique, des dosages hormonaux sont prescrits en seconde intention : FSH (hormone folliculostimulante), LH (hormone lutéinisante), AMH (hormone anti-mullerienne) chez la femme et FSH, LH, testostéronémie totale voire inhibine B chez l'homme.

C. Rôle de l'imagerie dans l'exploration de l'infertilité féminine

Le bilan d'imagerie de première intention chez une femme hypofertile a trois principaux objectifs :

- Rechercher des anomalies organiques utéro-annexielles.
- Évaluer leurs éventuels impacts sur la fertilité.
- Évaluer les moyens pour y remédier (prise en charge chirurgicale, aide médicale à la procréation...)

Les cinq principales causes organiques d'infertilité féminine sont les suivantes :

- 1) Myomes utérins
- 2) Endométriose
- 3) Adénomyose
- 4) Malformations du tractus génital
- 5) Anomalies tubaires et péri-tubaires.

1. Myomes utérins

Les myomes utérins sont des tumeurs bénignes fréquentes. Ils peuvent être associés à une hypofertilité dans 5 à 10 % des cas. Certaines localisations peuvent gêner l'implantation de l'embryon telle que la région cornuale ou la situation intra-muqueuse. Ils peuvent également engendrer des complications obstétricales en cas d'implantation cervicale. Le transport spermatique peut être altéré par déformation de la cavité et par perturbation de la contractilité utérine en cas de myome(s) volumineux. L'imagerie a donc pour but de réaliser une cartographie précise des myomes, de préciser leur nombre, leur taille leur topographie et d'évaluer leur éventuelle résecabilité endoscopique (surface intracavitaire, base d'implantation, distance à la séreuse...) (3).

2. Endométriose

L'endométriose concerne 10% des femmes en période d'activité génitale et 20 à 68% des patientes hypofertiles selon les études (4). Elle se définit par une localisation ectopique de tissu endométrial. Il existe 3 types d'endométriose :

- L'endométriose ovarienne, variant de l'implant de surface de moins de 5mm au kyste hématique ou endométriome.
- L'endométriose péritonéale, pouvant entraîner des adhérences pelviennes fibreuses. Les localisations préférentielles sont le cul de sac de Douglas et le ligament large.
- L'endométriose sous péritonéale, définie par un implant fibreux ou fibro-hémorragique pénétrant à plus de 5mm au dessous de la surface péritonéale. Les localisations préférentielles sont le torus utérin, les ligaments utéro-sacrés, la cloison recto-vaginale et la paroi antérieure du rectum.

Plusieurs mécanismes sont évoqués pour expliquer l'hypofertilité des femmes atteintes d'endométriose (3) :

- Distorsions utérine et tubaires secondaires aux adhérences sous péritonéales.
- Anomalies ovulatoires.
- Anomalies de l'immunité cellulaire avec élévation du taux d'anticorps et des lymphocytes dirigés contre les antigènes endométriaux, altérant l'implantation embryonnaire.

3. Adénomyose

L'adénomyose se définit par une invagination de tissu endométrial au sein du myomètre. Cette pathologie est fréquente et est associée dans 20 à 40% des cas à des léiomyomes utérins et dans 25% des cas à une endométriose. Selon son degré de sévérité, elle peut être responsable, via des altérations biochimiques, d'une diminution de la capacité de transport utéro-tubaire ainsi que d'une altération de la nidation par baisse de la réceptivité endométriale.

4. Malformations du tractus génital

Les anomalies congénitales du tractus génital représentent 5 à 15% des étiologies d'infertilité primaire selon les études. Elles entraînent un fort taux de fausses couches spontanées par défaut d'implantation embryonnaire. Elles résultent de différentes anomalies survenues au cours de l'embryogenèse, de gravité décroissante avec le temps :

- Anomalies de différenciation
- Anomalies de migration : aplasies uni ou bilatérales
- Anomalies de fusion des canaux de Müller : utérus bicornes uni ou bicervicaux
- Anomalies de résorption des canaux de Müller : utérus cloisonnés.

La distinction entre de ces deux dernières entités est importante car le pronostic de fertilité ainsi que la prise en charge thérapeutique diffèrent. En effet en cas d'utérus cloisonné, le risque de fausse couche spontanée est majeur par défaut d'implantation. Il peut être proposé une prise en charge chirurgicale endoscopique avec résection du septum fibreux qui permet de réduire le risque de fausse couche spontané de 88% à 6% (5).

Le bilan d'imagerie a pour but de caractériser la malformation, notamment de distinguer utérus bicorne et cloisonné et d'évaluer alors la taille du septum fibreux, et de rechercher une anomalie rénale occulte, qui peut être associée dans 20 à 25% des cas (3).

5. Anomalies tubaires et péri-tubaires

Les obstructions tubaires et les adhérences péri-tubaires sont la seule cause d'infertilité chez 10% des patientes et en sont un facteur contributif chez 25 à 40% des cas (1). Les adhérences péri-tubaires sont essentiellement séquellaires d'infection ou de chirurgie pelvienne.

Les obstructions tubaires peuvent être proximales, isthmiques ou ampullaires (plus rarement), ou distales. La cause la plus fréquente d'obstruction proximale est le bouchon muqueux. Plus rarement elle peut être due à un polype interstitiel dont la responsabilité dans l'hypofertilité est discutée. Le diagnostic différentiel principal des obstructions mécaniques tubaires proximales est le spasme tubaire, lié à une contraction réversible de la jonction utéro-tubaire. Les obstructions distales sont essentiellement dues aux adhérences péri-tubaires et sont donc également secondaires le plus souvent à une chirurgie ou une infection pelvienne.

A l'heure actuelle, la coelioscopie reste l'examen de référence pour évaluer les adhérences péritubaires ainsi que leur traitement par adhésiolyse dans le même temps. L'imagerie a pour but essentiel de diagnostiquer un obstacle au niveau des trompes et d'évaluer leur perméabilité.

D. Modalités d'imagerie utiles dans l'exploration des causes d'infertilité

1. Techniques classiques

1. Hystérosalpingographie

L'hystérosalpingographie est l'examen de référence pour l'analyse des trompes et de leur perméabilité. Cet examen permet de visualiser, après remplissage de la cavité utérine, le passage tubaire proximal puis distal puis le brassage péritonéal du produit de contraste iodé. En cas d'obstruction tubaire, cet examen peut être immédiatement complété par un cathétérisme sélectif des trompes. Il présente un double intérêt : diagnostique du niveau de l'obstacle tubaire et thérapeutique par désobstruction grâce à une injection intra-tubaire sous pression de produit de contraste en cas de bouchon muqueux. Luttjeboer et al. ont montré dans leur méta-analyse que l'hystérosalpingographie augmentait le taux de grossesse spontanée dans les six mois suivants l'examen par 3,30 grâce à son effet « flushing » au niveau des trompes (6).

Pour le diagnostic des anomalies tubaires, l'hystérosalpingographie présente une bonne spécificité de 83% et une relative faible sensibilité de 65%. Ses performances sont faibles pour le diagnostic des anomalies péri-tubaires avec une sensibilité de 35,5% et une valeur prédictive négative de 25,5% malgré une relative bonne spécificité de 81% (7).

L'hystérosalpingographie permet aussi dans le même temps l'exploration de la cavité utérine. Elle permet le diagnostic d'anomalies endocavitaires tels que des polypes ou des synéchies avec des performances diagnostiques respectivement de 50 et 75%. Sa sensibilité à détecter des malformations congénitales utérines est assez faible, de l'ordre de 40% (20 à 60% selon les études) (8). Cette limite s'explique par l'impossibilité d'évaluer les contours utérins rendant difficile la distinction entre utérus cloisonné et bicorné. L'opacification uniquement de la cavité communiquant avec le col ne permet pas de détecter une corne utérine non communicante associée à un utérus unicorne.

Dans une étude de Dudiak et al. comparant différentes techniques d'imagerie pour le diagnostic de myomes utérins, l'hystérogographie présente une sensibilité faible de 18% (9). En effet, cette technique permet de détecter uniquement des myomes sous muqueux ou très volumineux déformant la cavité utérine.

L'adénomyose peut également être détectée lors d'une hystérosalpingographie mais la sensibilité de cette modalité d'imagerie est très faible, inférieure à 25% (10)

L'hystérosalpingographie n'a pas sa place dans le diagnostic des lésions d'endométriose.

Par ailleurs, la variabilité inter-observateurs lors de l'interprétation d'une hystérosalpingographie est significative, évaluée à 20% (11).

Une seconde limite non négligeable est la dose d'irradiation délivrée aux organes gynécologiques chez des patientes jeunes, d'autant plus si les examens se répètent dans le suivi thérapeutique. La dose délivrée lors d'une hystérosalpingographie est d'en moyenne de $2,05 \text{ Gy.cm}^2$, alors que celle d'une radiographie thoracique standard est de $0,09 \text{ Gy.cm}^2$ (12). Même si le risque surajouté de cancer ou de pathologie embryologique radio-induits est extrêmement faible, la préservation des organes génitaux féminins face aux radiation ionisantes est un élément à prendre en compte dans le suivi de ces jeunes patientes.

2. Échographie endo-vaginale

Cette modalité d'imagerie peu coûteuse et facile d'accès est recommandée en première intention pour le bilan d'une hypofertilité féminine. En effet, elle permet d'évaluer :

- La taille de l'utérus et sa topographie (version, flexion et latérodéviation)
- L'homogénéité du myomètre
- L'épaisseur de l'endomètre
- La taille des ovaires ainsi que le compte des follicules antraux (CFA), reflet de la réserve ovarienne.

L'échographie endo-vaginale est un examen performant pour le diagnostic des myomes utérins avec une sensibilité et une spécificité évaluées à plus de 90%. Elle est l'examen de première intention pour leur dépistage mais elle peut présenter certaines limites en cas d'utérus volumineux, de myomes nombreux ou en cas d'adénomyose associée. En effet, selon les études, l'échographie endo-vaginale présente une performance diagnostique très variable pour le diagnostic d'adénomyose dépendant de l'incidence de la maladie dans les séries étudiées. Les chiffres les plus élevés relèvent une sensibilité et une spécificité de 89% (13).

L'échographie est performante pour le diagnostic d'endométriose selon une récente méta-analyse de Noventa et al. avec une spécificité supérieure à 85% et une sensibilité variant de 50 à 84% selon la localisation de l'atteinte (14). En effet certaines atteintes notamment au niveau de la paroi vésicale, de la paroi vaginale ou de la cloison recto-vaginale sont de diagnostic plus difficile en échographie.

Cette technique présente une performance diagnostique élevée (supérieure à 85%) pour le diagnostic d'un hydrosalpinx (15), en faveur d'une obstruction tubaire distale mais ne peut mettre en évidence une obstruction tubaire proximale ou une anomalie de l'environnement péri-tubaire notamment des adhérences.

L'échographie pelvienne est performante pour le diagnostic des malformations du tractus génital si elle est couplée à un logiciel de reconstruction 3D avec des sensibilités et une spécificités toutes supérieures à 83%, variables selon le type d'anomalies (16) mais cette technique nécessite un opérateur entraîné.

3. IRM pelvienne

Depuis plus de vingt ans, l'IRM permet l'exploration du pelvis féminin. Contrairement à l'hystérosalpingographie, il s'agit d'une technique non irradiante et qui présente une très bonne résolution spatiale et en contraste. Elle peut être réalisée à n'importe quel moment du cycle menstruel. Il s'agit d'un examen non invasif. En effet, en routine clinique, une injection de produit de contraste n'est pas nécessaire dans le bilan d'infertilité. Actuellement l'IRM est un examen de seconde intention, indiquée en cas d'infertilité inexpiquée par le bilan initial (2). Malgré sa prescription en seconde ligne, elle est l'examen de référence pour plusieurs pathologies gynécologiques en lien avec l'infertilité féminine :

1. Myomes utérins

L'IRM, par son excellente performance diagnostique, est l'examen de référence pour la cartographie précise des léiomyomes utérins, indispensable à l'évaluation pré-thérapeutique (17). La performance diagnostique de l'IRM apparait supérieure à l'échographie endo-vaginale dans l'évaluation précise des myomes sous-muqueux avec une sensibilité de 100% et une spécificité de 91% contre respectivement 83% et 90% pour l'échographie (18). L'étude, pour chaque myome, de leur signal en IRM notamment sur les séquences pondérées en T2 permet d'appréhender sa consistance et de savoir s'il est en dégénérescence hyaline, kystique, s'il est oedématié ou en nécrobiose hémorragique.

2. Endométriose

L'IRM pelvienne est l'examen de référence pour le staging des lésions d'endométriose sous péritonéale avec une sensibilité de 90% et une spécificité de 91% (19). Elle est l'examen initial de référence pour l'évaluation pré-thérapeutique complète des atteintes ovariennes et des localisations profondes antérieures et postérieures (20). Cependant, les lésions d'endométriose péritonéale sont difficilement visualisées en IRM et sont au mieux appréhendées lors de la coelioscopie.

3. Adénomyose

L'IRM présente une excellente performance diagnostique avec une sensibilité de 85% et une spécificité de 96% (21). En 2010, Maubon et al. ont montré qu'un épaissement de la zone jonctionnelle en IRM était un facteur prédictif négatif d'implantation par les techniques de fécondation in vitro (FIV) (22). Aussi, en 2014, Vercellini et al. retrouvent chez les patientes bénéficiant des techniques de FIV un taux de grossesse de 40% en cas d'adénomyose contre 50% en leur absence. Ils préconisent donc un dépistage systématique de cette pathologie avant prise en charge en PMA (aide médicale à la procréation) (23).

4. Malformations du tractus génital

L'IRM est l'examen de référence pour diagnostiquer et caractériser précisément la malformation (24). Grâce aux reconstructions multiplanaires et l'analyse du signal permettant de distinguer composante fibreuse ou musculaire avec une sensibilité et une spécificité de plus de 95%, l'IRM est la modalité d'imagerie de référence pour l'analyse des malformations utérines (25,26). Elle permet d'évaluer avec précision la taille du septum fibreux en cas d'utérus cloisonné, en vue d'une résection endoscopique.

Ainsi, l'IRM apparaît comme l'examen d'imagerie le plus adapté pour le diagnostic des principales causes organiques d'infertilité féminine. Cependant, cette technique n'a actuellement pas sa place pour l'analyse des trompes, non vues lorsqu'elles ne sont pas pathologiques.

2. Techniques de développement récent

1. Hystérosalpingosonographie

Plusieurs alternatives à l'hystérosalpingographie ont été étudiées, en premier lieu l'hystérosalpingosonographie. Cet examen consiste en l'injection de sérum physiologique au sein de la cavité utérine au cours d'une échographie endo-vaginale. La procédure est courte et bien tolérée par la patiente. Elle présente également l'avantage d'être non irradiante et d'analyser dans le même temps d'examen le myomètre, les contours utérins et les ovaires. Sa performance diagnostique dans le diagnostic d'anomalies tubaires est excellente avec une sensibilité et une spécificité de respectivement 92% et 95% lorsque cet examen est réalisé par un opérateur expert (27). Son importante variabilité inter-observateurs limite son intérêt en dépistage initial et ne permet pas de la placer dans les techniques d'imagerie de première intention actuellement recommandées, d'autant qu'elle n'est développée que dans certains centres experts.

2. Hystérosalpingo-scanner

Une équipe s'est intéressée en 2010 à la faisabilité de l'hystérosalpingographie virtuelle par des techniques de scanners multidétecteurs (28) mais cette technique ne semble pas retenue à l'heure actuelle du fait de son importante irradiation et de l'absence d'information obtenue sur l'anatomie zonale utérine et les annexes.

3. Hystérosalpingo-IRM

En plus de ses excellentes performances diagnostiques dans l'exploration de plusieurs étiologies d'infertilité féminine, l'IRM présente également comme avantage de ne pas être un examen opérateur-dépendant. Ainsi, plusieurs auteurs ont souhaité étudier cette modalité d'imagerie également dans l'évaluation de la cavité utérine et des trompes, permettant la réalisation d'un bilan exhaustif unique lors d'un examen non irradiant. En 1996, l'équipe de Lee a étudié la perméabilité tubaire sur des utérus de lapins en comparant l'IRM avec injection endocavitaire de sels de gadolinium dilués et l'hystérosalpingographie sans différence significative entre les deux techniques (29). En 2000, Hagspiel et al. ont analysé la cavité utérine et la perméabilité tubaire par insufflation endocavitaire d'hélium hyperpolarisé sur des cadavres porcins. Rouanet al. ont évalué, sur une IRM 0,5 Tesla, sur 10 femmes, la cavité utérine avec une injection intracavitaire de solution salée isotonique avec analyse des images en séquence sagittale pondérée en T2 FLAIR (Fluid Attenuated Inversion Recovery) (30). A notre sens, l'analyse de la cavité utérine et de la perméabilité tubaire en pondération T2 est sous optimale car artéfactée par les fluides au sein du tube digestif et de la cavité péritonéale qui sont de même signal.

Dès 2001, plusieurs équipes se sont intéressées à la faisabilité sur des patientes de l'injection intra-cavitaire de sels de gadolinium dilués avec acquisition des images en pondération T1 et analyse dynamique mais sans comparaison à d'autres modalités d'imagerie (31–33). Seule l'équipe de Sadowski a comparé cette nouvelle technique à l'hystérosalpingographie mais sur un nombre réduit de 17 patientes (34) avec un délai moyen entre les deux techniques de 76 jours. En 2012, l'équipe de Ma a comparé l'hystérosalpingo-IRM aux résultats de l'hystérosalpingographie ou de la coéloscopie réalisée dans les six mois précédents (35).

E. Justification de notre étude

L'IRM permet une exploration précise du myomètre, des contours utérins, des ovaires et de leur environnement pelvien. À ce jour, la perméabilité tubaire et la morphologie endocavitaire utérine sont évaluées en premier lieu par l'hystérosalpingographie, examen irradiant et présentant une relative faible sensibilité pour le diagnostic des anomalies tubaires et péri-tubaires. Ainsi, leur évaluation dans le bilan d'infertilité reste un challenge diagnostique pour les équipes médicales.

À notre connaissance, aucune étude n'a étudié les résultats de l'hystérosalpingo-IRM et de l'hystérosalpingographie, examen de référence, réalisées dans un temps rapproché. L'objectif principal de notre étude est de comparer les données de l'hystérosalpingo-IRM avec injection intra cavitaire de sels de gadolinium dilués à l'hystérosalpingographie classique réalisée le même jour, dans la détection des anomalies cavitaires utérines et tubaires dans le cadre du bilan d'infertilité.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

A. Objectifs et critères de jugement de l'étude

1. Objectif et critère de jugement principal

L'objectif principal de l'étude était d'évaluer la performance diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM par rapport à l'hystérosalpingographie (examen de référence) pour la détection des anomalies endocavitaires utérines et des anomalies tubaires dans le cadre du bilan d'infertilité. La définition de ces anomalies sera développée dans le sous-chapitre « Procédure de lecture et d'interprétation ».

2. Objectifs et critères de jugement secondaires

Les objectifs secondaires de l'étude étaient de cinq ordres :

- 1- Décrire le type et la localisation des anomalies retrouvées avec chaque méthode. La concordance du type et de la localisation des anomalies retrouvées avec les deux méthodes était également étudiée.
- 2- Déterminer le taux de diagnostics supplémentaires utérins et extra utérins (non détectables à l'hystérographie classique, liés à l'infertilité ou autres) apportés par l'IRM, à savoir l'endométriose ovarienne ou sous péritonéale, l'adénomyose, les léiomyomes et les malformations utérines. Les éventuels diagnostics fortuits non liés à l'infertilité étaient également colligés.

- 3- Comparer la douleur ressentie par les patientes au cours des deux techniques grâce à une échelle visuelle analogique (EVA) et évaluer la préférence des patientes vis-à-vis des deux procédures.
- 4- Etudier la répétabilité et la reproductibilité de la lecture d'une hystérosalpingo-IRM.
- 5- Recenser le taux d'échec des procédures. Un échec est défini par l'absence d'images exploitables pour au moins une des deux techniques. Il peut être secondaire à :
 - L'échec de pose du cathéter
 - Un problème technique lors de l'injection : mauvaise dilution du produit de contraste, mauvaise étanchéité du ballonnet, ...
 - Des douleurs majeures lors de l'examen voire un malaise

B. Schéma expérimental de l'étude

1. Type d'étude

L'accord du Comité régional de Protection des Personnes (CPP Sud Méditerranée 5) a été obtenu.

Il s'agissait d'une étude diagnostique, prospective réalisée de Janvier 2013 à Novembre 2016, monocentrique dans le service d'Imagerie médicale de l'hôpital Archet 2 à Nice, randomisée, en ouvert.

2. Critères d'inclusion et de non-inclusion

Les critères d'inclusion étaient :

- Patientes âgées de plus de 18 ans
- Nécessitant la prescription d'une hystérosalpingographie dans le cadre d'un bilan d'infertilité
- Nécessitant la prescription associée d'une IRM pelvienne justifiée par des douleurs pelviennes ou des dysménorrhées, etc. ...
- Ayant signé le consentement éclairé.

Les critères de non-inclusion étaient :

- Les contre-indications à l'IRM : pace maker, matériel métallique, allergies aux sels de gadolinium, claustrophobie.
- Les contre-indications à l'hystérosalpingographie : allergie aux produits de contraste iodé, infection cervico-vaginale ou pelvienne en cours, grossesse évolutive.

Un dosage plasmatique des β -HCG était demandé de façon systématique, avant le jour de l'examen.

3. Randomisation

Chaque patiente bénéficiait le même jour de l'hystérosalpingographie et de l'hystérosalpingo-IRM.

À leur arrivée dans le service, elles étaient randomisées selon un ratio 1 :1 entre les deux groupes :

Bras 1 : hystérosalpingographie classique puis hystérosalpingo-IRM

Bras 2 : hystérosalpingo-IRM puis hystérosalpingographie classique.

Elles étaient également randomisées selon un ratio 1 :1 pour déterminer quel radiologue référent (Dr Chassang ou Dr Baudin) interprétait l'un ou l'autre des deux examens d'imagerie le jour de leur réalisation.

C. Déroulement des examens

Les examens étaient réalisés entre le 6ème et le 12ème jour du cycle.

Une antibiothérapie préventive était administrée à la patiente (Azythromycine 1 gramme, en une prise unique orale) juste avant la réalisation des examens d'imagerie, selon les recommandations pour effectuer une hystérosalpingographie (36) .

La patiente était à jeun (3h avant le geste) avec une vessie en semi-réplétion.

Un antipéristaltique (Glucagon 1mg/ml) et un antalgique (Paracétamol 1g) étaient administrés par voie veineuse périphérique.

1. Pose du cathéter

En salle de préparation IRM, la patiente était installée sur une table radiologique en position gynécologique. Sur une table recouverte d'un champ stérile, était disposé le matériel nécessaire à la réalisation du cathétérisme cervical :

- Une paire de gants stériles
- Des produits de désinfection pour peaux et muqueuses (Bétadine gynécologique®) ainsi que de la vaseline, avec pince et compresses
- Un spéculum à usage unique
- Un hystéromètre
- Un cathéter utérin avec sonde à ballonnet 5 French
- Une pince de Pozzi.

Le cathétérisme cervical était réalisé par un médecin du service de Gynécologie-Obstétrique de l'Archet 2.

Après désinfection anovulvaire soigneuse, un spéculum était mis en place avec éventuelle lubrification par vaseline. L'exocol était ensuite désinfecté. Dans un premier temps, le passage d'un hystéromètre était nécessaire afin d'évaluer le trajet du canal endocervical et d'apprécier la profondeur de la cavité endométriale. La sonde à ballonnet 5French était ensuite introduite, et le ballonnet était gonflé à l'eau et bloqué en amont de l'orifice cervical interne.

La patiente était ensuite dirigée vers la salle de réalisation de l'hystérosalpingographie classique ou de l'IRM selon la randomisation.

Pour la réalisation de l'hystérosalpingo-IRM, une tubulure longue était adaptée sur la sonde à ballonnet puis branchée sur l'injecteur automatique au cours de l'examen, afin de réaliser l'injection endocavitaire.

2. Réalisation de l'hystérosalpingo-IRM

L'IRM était effectuée sur une IRM 1.5 Tesla (Phillips, Achieva, Netherlands), avec une antenne de surface. Les patientes étaient positionnées en décubitus dorsal.

Le protocole IRM comprenait des séquences morphologiques classiques :

- séquences pondérées en T2 turbo spin écho (TSE) (TR: 4500ms/TE: 90ms, épaisseur de coupes: 3.0/1.0 mm, FOV 250x230) dans les plans sagittal et axial,
- une séquence pondérée en T1 TSE (TR :627 ms/ TE :7 ms, épaisseur de coupes : 3mm, FOV : 250x207) dans le plan sagittal
- une séquence pondérée en T1 avec annulation du signal de la graisse (T1 SPIR) dans le plan axial.

Le protocole IRM comprenait ensuite des séquences spécifiques à l'étude de la cavité utérine et de la perméabilité tubaire : il s'agissait de séquences pondérées en T1 après saturation de la graisse dans le plan coronal (TR : 500 ms/ TE : 50ms, FOV : 378x297x150) sans puis après injection automatique douce de produit de contraste à base de sels de gadolinium (Dotarem® , acide gadotérique, Guerbet). Le Dotarem* étant une substance inerte, ne se liant pas aux protéines de l'organisme, aucune conséquence n'était attendue en cas d'extravasation dans la cavité péritonéale. Un cc de Dotarem* dilué dans 14 cc de sérum physiologique était préparé. Selon la taille utérine et le confort de la patiente, la quantité de produit de contraste injecté variait, allant jusqu'à maximum 8cc. Le produit de contraste était injecté de façon douce et automatique par le cathéter trans-cervical, via la tubulure longue, à la vitesse de 0.3 cc/seconde. Au cours de cette injection douce, il était réalisé une acquisition de volume répétée 9 fois toutes les 8 secondes. Deux types de reconstruction étaient réalisés à partir de cette acquisition volumique dynamique : une série d'images de soustraction des données acquises sans et avec injection de produit de contraste et une série d'images de sommation des différents volume acquis par plan de coupe. Une dernière acquisition volumique tardive dans le plan axial était effectuée en pondération T1 avec annulation du signal de la graisse.

Le radiologue n'intervenait pas pour repositionner le cathéter, notamment il ne regonflait pas le ballonnet si besoin, afin de réaliser l'IRM dans des conditions de pratique quotidienne, ne souhaitant pas allonger le temps d'examen ou majorer l'inconfort de la patiente.

L'injection était interrompue en cas de douleur ou d'inconfort significatif de la patiente.

En fin de procédure, la douleur était évaluée grâce à l'échelle visuelle analogique (EVA).

3. Réalisation de l'hystérosalpingographie

Pour la réalisation de l'hystérosalpingographie, le produit radio-opaque utilisé était le Télébrix Hystéro® (Ioxitalamate de méglumine, Guerbet). Un cliché sans préparation était réalisé puis un cliché de face en début remplissage puis en fin de remplissage de la cavité ainsi que deux clichés obliques, un cliché de face tardif afin de visualiser les trompes et le brassage péritonéal.

L'injection intra-cavitaire était effectuée par le radiologue de façon douce et adaptée au ressenti de la patiente. En cas de mauvaise perméabilité cervicale, le ballonnet était regonflé à l'aide d'une seringue remplie jusqu'à 5 cc d'eau.

L'injection était interrompue en cas de douleur ou d'inconfort significatif de la patiente.

La douleur était évaluée grâce à l'échelle visuelle analogie (EVA).

4. Fin de procédure

La sonde à ballonnet était retirée immédiatement dès la fin du second examen.

En fin de procédure, les patientes nous indiquaient la méthode d'imagerie la moins pénible selon leur ressenti ; leur participation à l'étude se terminait. Leur suivi reprenait selon les recommandations en vigueur. Les patientes avaient pour consigne de venir se présenter aux Urgences gynécologiques de l'hôpital l'Archet 2 en cas d'apparition de fièvre ou de douleur pelvienne dans les jours suivant la procédure.

5. Procédure de lecture et d'interprétation

1. Schéma d'interprétation

Les examens étaient anonymisés et analysés sur une console de post traitement puis stockées sur le système hospitalier d'archivage d'imagerie (PACS).

Ils étaient interprétés par deux radiologues (Dr Chassang et Dr Baudin), tous deux ayant 5 ans d'expérience en imagerie pelvienne. Le jour de la réalisation des examens (J0), chaque radiologue interprétait de façon indépendante et aveugle soit l'hystérosalpingographie soit l'hystérosalpingo-IRM selon la randomisation. Ensuite, avec un délai minimum d'une semaine par rapport à la lecture initiale (J0), les deux radiologues interprétaient, de façon indépendante et aveugle de la première lecture, l'hystérosalpingo-IRM.

Ainsi, pour chaque patiente, quatre fiches de lectures étaient réalisées :

- Une pour l'hystérosalpingographie, examen de référence (Annexe 1)
- Trois pour l'hystérosalpingo-IRM :
 - Une interprétée à J0 (Annexe 2)
 - Deux relectures par chacun des deux radiologues (Annexe 3).

2. Définition d'une anomalie cavitaire

Les anomalies cavitaires étaient analysées en hystérosalpingographie grâce à l'opacification de la cavité utérine. En IRM, les anomalies cavitaires étaient à la fois analysées sur les séquences avec injection intra-cavitaire et les séquences morphologiques, notamment celles pondérées en T2.

Une anomalie de la cavité utérine était définie, en hystérosalpingographie et en hystérosalpingo-IRM, par la présence d'au moins une des anomalies suivantes :

- Une synéchie définie par une lacune à contours nets, de forme linéaire.
- Un polype défini par une lacune arrondie à contours réguliers, s'estompant avec le remplissage de la cavité.

- Un myome intra-cavitaire défini également par une lacune à contours réguliers s'estompant avec le remplissage de la cavité, souvent de plus grande taille par rapport au polype.
- Une adénomyose définie par des images d'addition spiculées, infiltrant plus ou moins profondément le myomètre.
- Une malformation dont l'aspect est variable en fonction du type d'anomalie (voir chapitre C.4 de l'introduction).

3. Définition d'une anomalie tubaire

Une anomalie tubaire était définie par :

- L'absence d'opacification tubaire ou l'absence de brassage péritonéal au cours de l'hystérosalpingographie.
- L'absence de brassage péritonéal au cours de l'hystérosalpingo-IRM.
- La visualisation d'une trompe dilatée, quelque soit la méthode d'imagerie.

L'analyse sémiologique des trompes et de leur perméabilité était différente entre les deux techniques. En effet, la relative faible résolution temporelle de l'hystérosalpingo-IRM par rapport à la technique de référence, limitait l'analyse « en temps réel » du passage de produit de contraste en situation intrapéritonéale, comme cela était possible sur une hystérosalpingographie. Seul un brassage péritonéal du produit de contraste attestait d'une perméabilité tubaire. Aussi, la résolution spatiale limitée de l'hystérosalpingo-IRM ne permettait pas de visualiser des trompes fines, physiologiques.

Les figures 1 et 2 illustrent respectivement une hystérosalpingographie et une hystérosalpingo-IRM sans anomalie.

4. Diagnostics supplémentaires en IRM

Sur les fiches de lecture des hystérosalpingo-IRM, étaient rajoutées les anomalies morphologiques supplémentaires détectées hors injection :

- Endométriose ovarienne
- Endométriose sous péritonéale
- Léiomyome utérin
- Adénomyose
- Malformation
- Tout autre anomalie

D. Analyse statistique des données

1. Analyse du critère de jugement principal

La performance diagnostique de l'hystérosalpingoIRM était définie par sa sensibilité (Se), spécificité (Sp), sa valeur prédictive positive (VPP) et négative (VPN). Les intervalles de confiance (IC) à 95% associés à ces proportions étaient calculés.

2. Analyse des critères de jugement secondaire

- 1- En cas d'anomalie tubaire détectée par les deux méthodes, les types concordants et discordants et leur localisation étaient listés.
- 2- Le taux de diagnostics supplémentaires utérins et extra utérins (non détectables à l'hystérographie classique, liés à l'infertilité ou autres) apportés par l'IRM était calculé

par le rapport entre le nombre de patientes avec un tel diagnostic supplémentaire et le nombre total de femmes ayant eu une hystérosalpingo-IRM.

- 3- La douleur ressentie par les patientes, mesurée par une EVA, était comparée entre les deux procédures. Les EVA moyennes étaient comparées entre les deux groupes à l'aide du test de Student ajusté sur l'effet période. Par ailleurs, la proportion de patientes ayant trouvé moins pénible la procédure d'hystérosalpingo-IRM était présentée, globalement et selon le groupe de randomisation (c'est-à-dire selon l'ordre de passage des examens). Les différents tests étaient considérés comme significatifs au seuil de 5%.
- 4- La répétabilité et la reproductibilité étaient évaluées respectivement par les accords intra et inter-observateurs et étaient calculées à l'aide du coefficient kappa, s'interprétant classiquement comme suit :
 - $K < 0$: très mauvais
 - $K : 0 - 0,2$: mauvais
 - $K : 0,21 - 0,40$: passable
 - $K : 0,41 - 0,60$: moyen
 - $K : 0,61 - 0,80$: bon
 - $K : 0,81 - 1$: très bon
- 5- Le taux d'échec était calculé par le rapport entre le nombre d'échecs et le nombre total de patientes incluses.

LECTURE HYSTEROGRAPHIE CLASSIQUE J0

Date de la lecture : |_|_| / |_|_| / |_|_|_|_|
 JJ MM AAAA

Lecteur : ☐ Dr Chassang
 ☐ Dr Baudin

Cavité utérine ;

Visualisation : ☐ OUI ☐ NON

Anomalie cavitaire : ☐ OUI ☐ NON

Si oui :

Synéchie : ☐ OUI ☐ NON

Polype : ☐ OUI ☐ NON

Fibrome intra-cavitaire : ☐ OUI ☐ NON

Adénomyose : ☐ OUI ☐ NON

Malformation : ☐ OUI ☐ NON

Autre : ☐ OUI ☐ NON

Si Autre, précisez :

Trompes ;

Visualisation : ☐ OUI ☐ NON

Trompe DROITE

Perméabilité : ☐ OUI ☐ NON

Trompe fine : ☐ OUI ☐ NON

Trompe GAUCHE

☐ OUI ☐ NON

☐ OUI ☐ NON

Autres anomalies ;

Annexe 1 : Fiche de lecture de l'hystérosalpingographie

RE-LECTURE HYSTÉROSALPINGO-IRM

Date de la lecture : |_|_| / |_|_| / |_|_|_|_|
 JJ MM AAAA

Lecteur : ☐ Dr Chassang
 ☐ Dr Baudin

ANOMALIES DETECTÉES LORS DE L'INJECTION INTRA-CAVITAIRE

Cavité utérine ;

Visualisation : ☐ OUI ☐ NON

Anomalie cavitaire : ☐ OUI ☐ NON

Si oui :

Synéchie : ☐ OUI ☐ NON

Polype : ☐ OUI ☐ NON

Fibrome intra-cavitaire : ☐ OUI ☐ NON

Adénomyose : ☐ OUI ☐ NON

Malformation : ☐ OUI ☐ NON

Autre : ☐ OUI ☐ NON

Si Autre, précisez :

Trompes ;

Visualisation : ☐ OUI ☐ NON

Trompe DROITE

Perméabilité : ☐ OUI ☐ NON

Trompe fine : ☐ OUI ☐ NON

Trompe GAUCHE

☐ OUI ☐ NON

☐ OUI ☐ NON

Autres anomalies ;

ANOMALIES MORPHOLOGIQUES SUPPLÉMENTAIRES DETECTÉES PAR L'IRM HORS INJECTION

Endométriose ovarienne : ☐ OUI ☐ NON

Endométriose sous péritonéale : ☐ OUI ☐ NON

Fibrome : ☐ OUI ☐ NON

Adénomyose : ☐ OUI ☐ NON

Malformation : ☐ OUI ☐ NON

Autre anomalie :

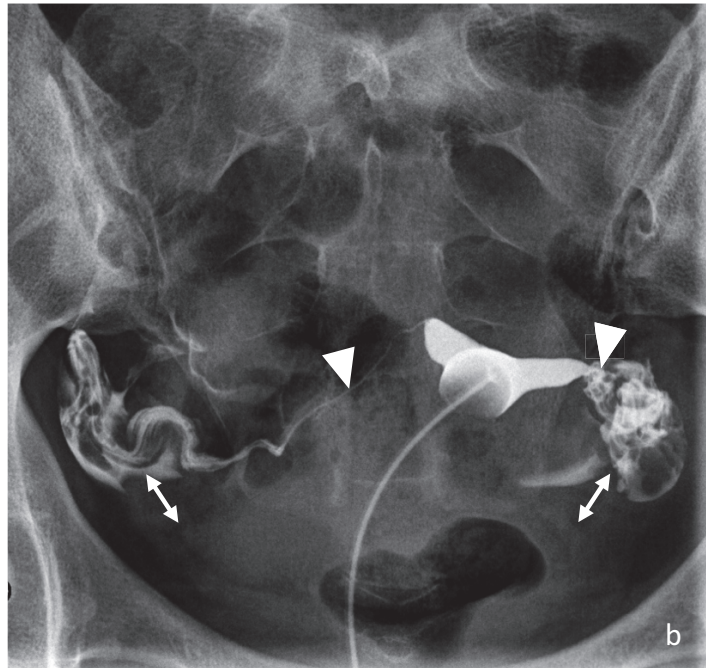
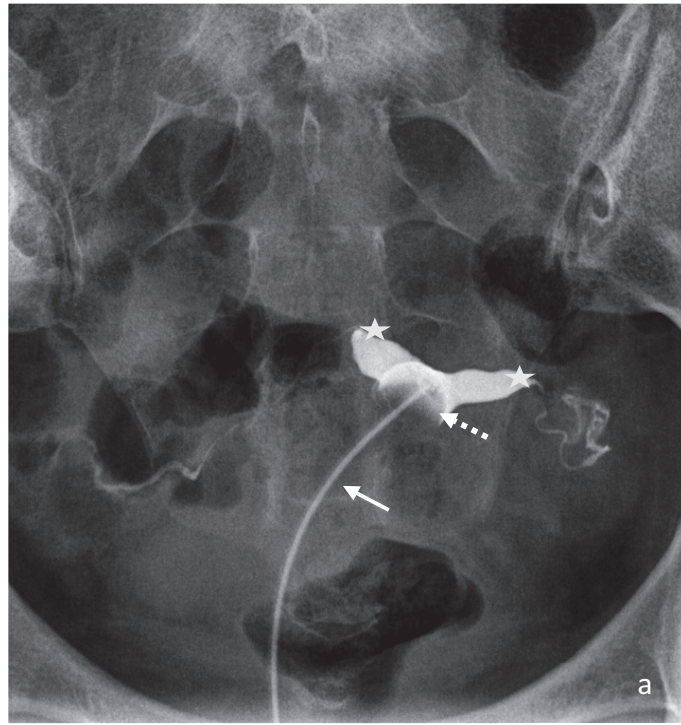
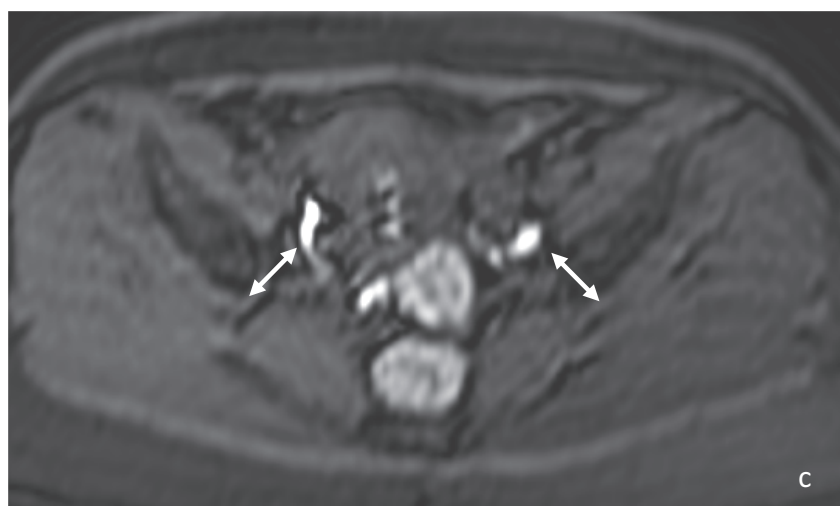
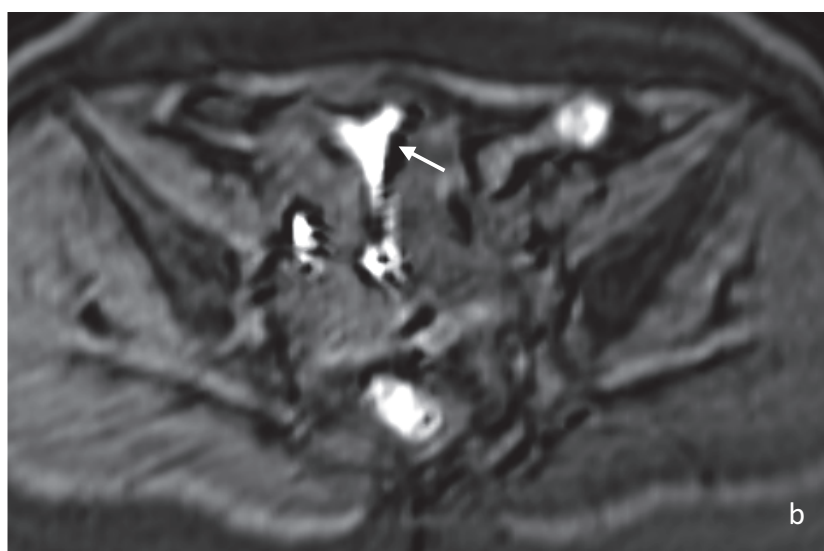
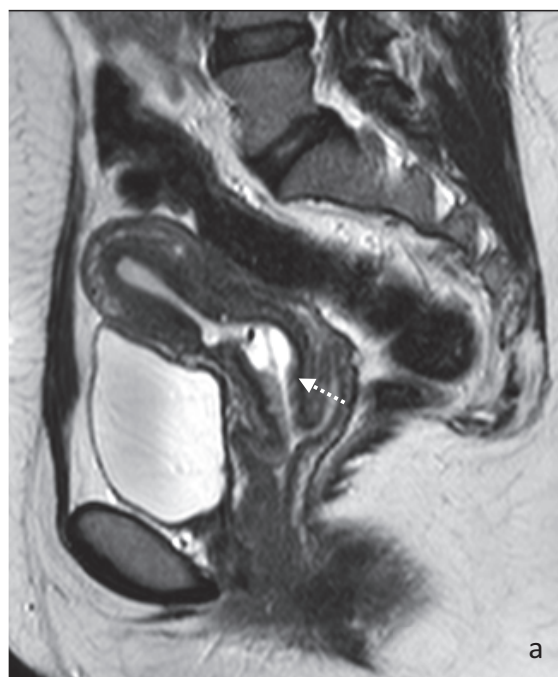


Figure 1 : Hystérosalpingographie normale.

(a) La flèche pleine indique le cathéter utérin. La flèche en pointillé indique le ballonnet cervico-isthmique (avec une bonne étanchéité). Les étoiles montrent les cornes utérines droite et gauche. La cavité utérine apparaît bien opacifiée, à contours lisses, sans image de défaut ou d'addition

(b) Les têtes de flèche indiquent les trompes fines. Les doubles-flèches montrent le brassage péritonéal bilatéral.

Figure 2 (a ;b ;c ;d ;e) Hystérosalpingo-IRM normale :



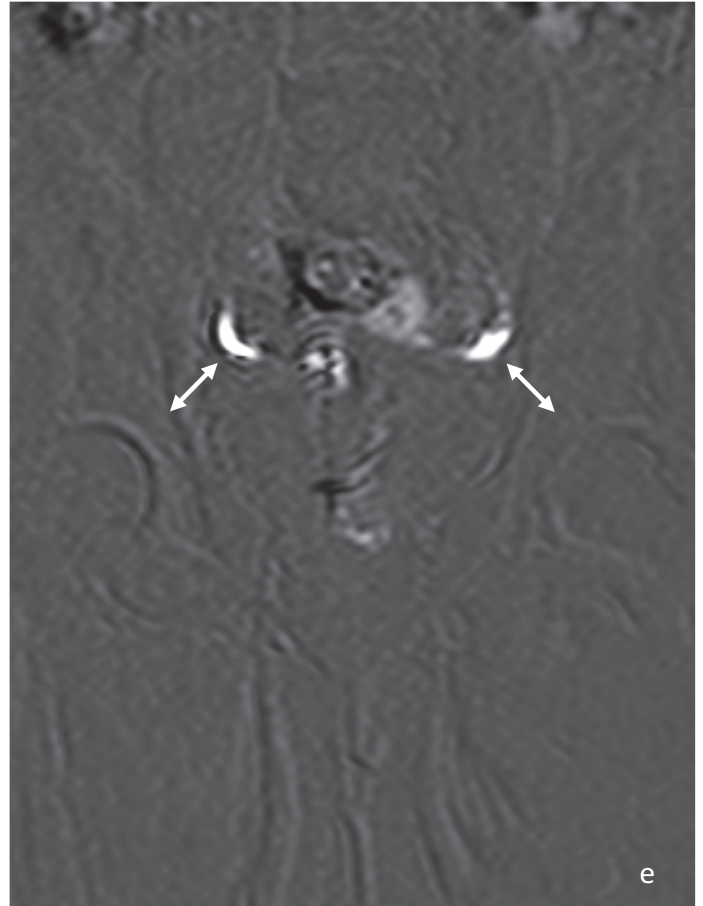


Figure 2 : Hystérosalpingo-IRM normale.

- (a) : Coupe sagittale pondérée en T2 TSE : la flèche en pointillé indique le ballonnet en position cervico-isthmique.
- (b) : Coupe axiale oblique dans l'axe de l'utérus pondérée en T1 avec saturation du signal de la graisse et injection intra-cavitaire de gadolinium : la flèche pleine montre l'opacification de la cavité utérine, aux contours lisses, sans anomalie.
- (c) : Coupe axiale pondérée en T1 avec saturation du signal de la graisse et injection intra-cavitaire de gadolinium : les doubles-flèches indiquent le brassage péritonéal bilatéral.
- (d) : Coupe coronale pondérée en T1 avec saturation du signal de la graisse et injection intra-cavitaire de gadolinium : les doubles-flèches indiquent le brassage péritonéal bilatéral.
- (e) : Coupe coronale avec reconstruction en soustraction : les doubles-flèches indiquent le brassage péritonéal bilatéral.

III. RÉSULTATS

A. Description de la population

40 patientes ont été randomisées, 19 dans le bras 1 (hystérosalpingographie classique puis hystérosalpingo-IRM) et 21 dans le bras 2 (hystérosalpingo-IRM puis hystérosalpingographie classique). Les deux examens ont été réalisés avec succès chez 11 patientes dans le bras 1 et chez 15 patientes dans le bras 2. La figure 6 représente l'ordinogramme de l'étude.

L'âge moyen de la population analysée était de 32,5 ans [28-38] sans différence statistique significative entre les deux groupes.

L'indication était une infertilité primaire pour 12 patientes (6 patientes dans le bras 1 et 6 patientes dans le bras 2) et une infertilité secondaire pour les 14 autres (5 patientes dans le bras 1 et 9 patientes dans le bras 2). 4 patientes présentaient un antécédent d'infection pelvienne. 6 patientes avaient bénéficié d'une chirurgie pelvienne. Un antécédent d'endométriose sous péritonéale était connu chez une patiente ; un antécédent d'endométriome ovarien était noté chez 2 patientes. Des myomes utérins étaient connus chez 3 patientes et une adénomyose diagnostiquée chez une autre. Il n'existait pas de différence statistique significative entre les antécédents gynécologiques des deux groupes. Les tableaux 1 et 2 résument les caractéristiques de la population totale (tableau 1) et de la population analysée (tableau 2).

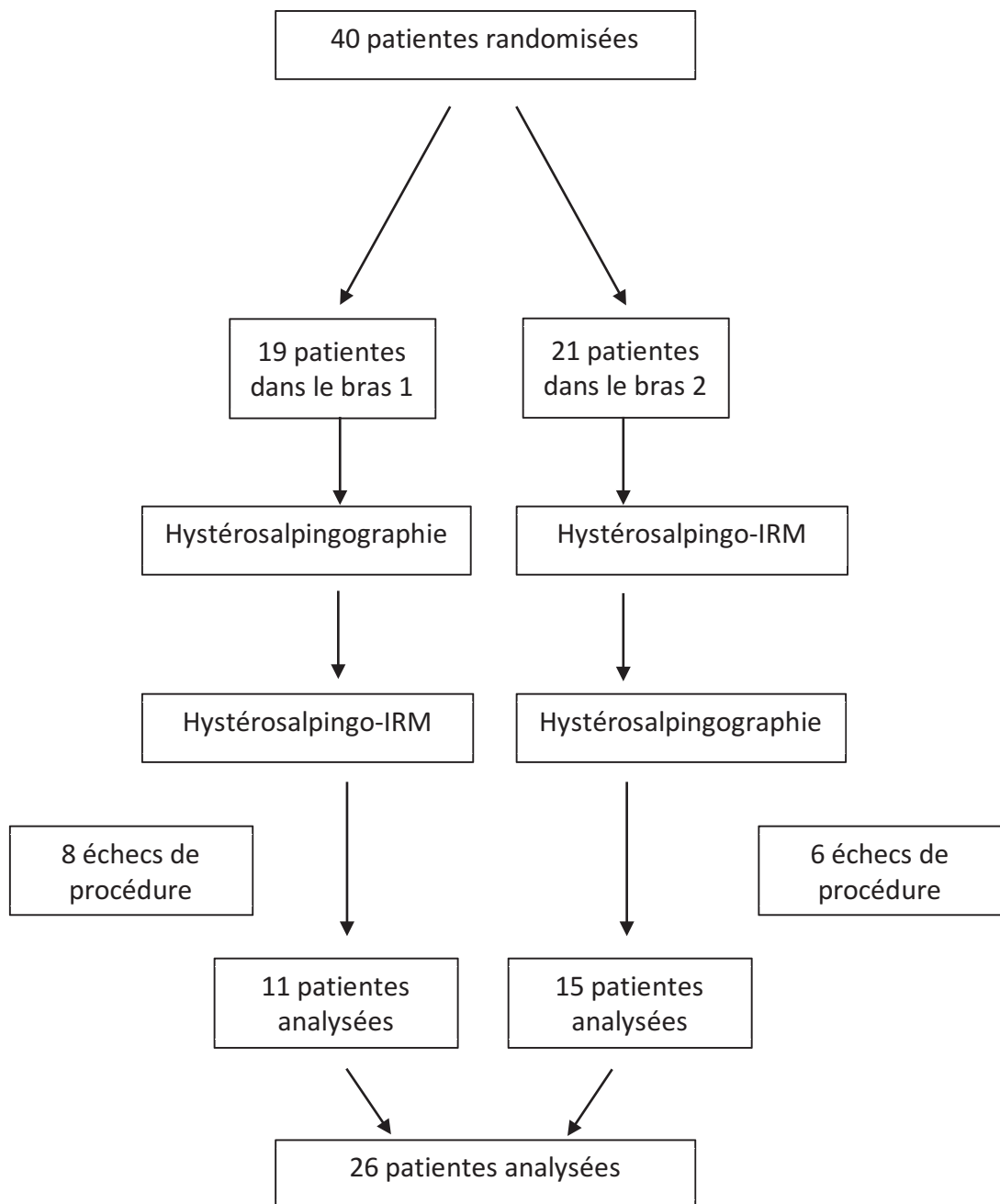


Figure 3 : Ordinoigramme de l'étude.

	Population totale (n=40)		Population succès (n=26)		Population échec (n=14)	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)
<u>Age (médiane, EIQ*)</u>	40	33,0 (28,0 – 37,5)	26	32,5 (28,0 – 38,0)	14	34,0 (28,0 – 35,0)
<u>ATCD gynécologiques</u>						
Infertilité primaire	22	(55,0)	12	(46,1)	10	(71,4)
Secondaire	18	(45,0)	14	(53,9)	4	(28,6)
Infection pelvienne	5	(12,5)	4	(15,4)	1	(7,1)
Chirurgie pelvienne	15	(37,5)	6	(23,1)	9	(64,3)
Endométriose ovarienne	4	(10,0)	2	(7,7)	2	(14,3)
Endométriose sous péritonéale.	2	(5,0)	1	(3,9)	1	(7,1)
Myome	5	(12,5)	3	(11,5)	2	(14,3)
Adénomyose	3	(7,5)	1	(3,9)	2	(14,3)
Traitement PMA	0	(0,0)	0	(0,0)	0	(0,0)
IVG	7	(17,5)	5	(19,2)	2	(14,3)
FCS	8	(40,0)	5	(19,2)	3	(21,4)
Autres:	9	(22,5)	6	(23,1)	3	(21,4)
<i>Conisation</i>	4	(44,5)	2	(33,3)	2	(66,7)
<i>Kyste fonctionnel ovarien</i>	1	(11,1)	1	(16,7)	0	(0,0)
<i>Obésité morbide</i>	1	(11,1)	1	(16,7)	0	(0,0)
<i>Salpingectomie</i>	2	(22,2)	1	(16,7)	1	(33,3)
<i>Ligature trompes</i>	1	(11,1)	1	(16,7)	0	(0,0)

Tableau 1 : Caractéristiques de la population totale.

	Population succès (n=26)		Groupe1 (n=11)		Groupe 2 (n=15)	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)
<u>Age (médiane, EIQ*)</u>	26	32,5 (28,0 – 38,0)	11	32,5 (28,0 – 38,0)	15	33,0 (28,0 – 37,5)
<u>ATCD gynécologiques</u>						
Infertilité primaire	12	(46,1)	6	(54,6)	6	(40,0)
Secondaire	14	(53,9)	5	(45,4)	9	(60,0)
Infection pelvienne	4	(15,4)	0	(0,0)	4	(26,7)
Chirurgie pelvienne	6	(23,1)	3	(27,3)	3	(20,0)
Endométriose ovarienne	2	(7,7)	0	(0,0)	2	(13,3)
Endométriose sous péritonéale.	1	(3,9)	0	(0,0)	1	(6,7)
Myome	3	(11,5)	3	(27,5)	0	(0,0)
Adénomyose	1	(3,9)	1	(9,1)	0	(0,0)
Traitement PMA	0	(0,0)	0	(0,0)	0	(0,0)
IVG	5	(19,2)	1	(9,1)	4	(26,7)
FCS	5	(19,2)	2	(18,2)	3	(20,0)
Autres:	6	(23,1)	2	(18,2)	4	(26,7)
<i>Conisation</i>	2	(33,3)	1	(50,0)	1	(25,0)
<i>Kyste fonctionnel ovarien</i>	1	(16,7)	1	(50,0)	0	(0,0)
<i>Obésité morbide</i>	1	(16,7)	0	(0,0)	1	(25,0)
<i>Salpingectomie</i>	1	(16,7)	0	(0,0)	1	(25,0)
<i>Ligature trompes</i>	1	(16,7)	0	(0,0)	1	(25,0)

Tableau 2 : Caractéristiques de la population analysée.

B. Résultats de l'objectif principal de l'étude

Les résultats de l'objectif principal de l'étude sont résumés dans le tableau 3.

- La performance diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM dans l'analyse des anomalies tubaires et de la cavité endo-utérine était :
 - Sensibilité : 91,7% [61,5% - 99,8%]
 - Spécificité : 92,9% [66,1% - 99,8%]
 - Valeur prédictive positive : 91,7% [61,5% - 99,8%]
 - Valeur prédictive négative : 92,9% [66,1% - 99,8%].
- La performance diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM dans l'analyse des anomalies tubaires uniquement était de :
 - Sensibilité : 83,3% [51,6% - 97,9%]
 - Spécificité : 92,9% [66,1% - 99,8%]
 - Valeur prédictive positive : 90,9% [58,7% - 99,8%]
 - Valeur prédictive négative : 86,7% [59,5% - 98,3%].
- La précision diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM pour l'analyse des anomalies tubaires de façon « globale », c'est-à-dire sans différencier la latéralité ou la caractéristique de l'anomalie, était de 88,5% [69,9% - 97,6%], en classant correctement 23 patientes sur 26 par rapport aux résultats de l'hystérosalpingographie.

- La précision diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM pour l'analyse des anomalies tubaires de façon « intermédiaire », c'est-à-dire concordantes sur leur latéralité, était de 76,9% [56,4% - 91,3%], en classant correctement 20 patientes sur 26 par rapport aux résultats de l'hystérosalpingographie.
- La précision diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM pour l'analyse des anomalies tubaires de façon « parfaite » c'est à dire avec une concordance absolue sur la latéralité et la caractéristique de l'anomalie (perméabilité ou aspect de la trompe) était de 73,1% [52,2% - 88,4%], en classant correctement 19 patientes sur 26 par rapport aux résultats de l'hystérosalpingographie.

Performance diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM	Sensibilité	Spécificité	VPP	VPN
Anomalies tubaires et cavitaires	91,7%	92,9%	91,7%	92,9%
Anomalies tubaires	83,3%	92,9%	90,9%	86,7%
Précision diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM pour l'analyse des anomalies tubaires	Analyse « globale »	Analyse « intermédiaire »	Analyse « parfaite »	
	88,5%	76,9%	73,1%	

Tableau 3 : Résumé des résultats de l'objectif principal.

La figure 4 montre un cas de salpinx bilatéral avec obstruction tubaire des deux trompes sans brassage péritonéal mis en évidence. Les salpinx n'avaient pas été identifiés sur les séquences morphologiques classiques pondérées en T2 du fait de leur signal non liquidien pur et ont été démasqués grâce à l'injection intra-cavitaire.

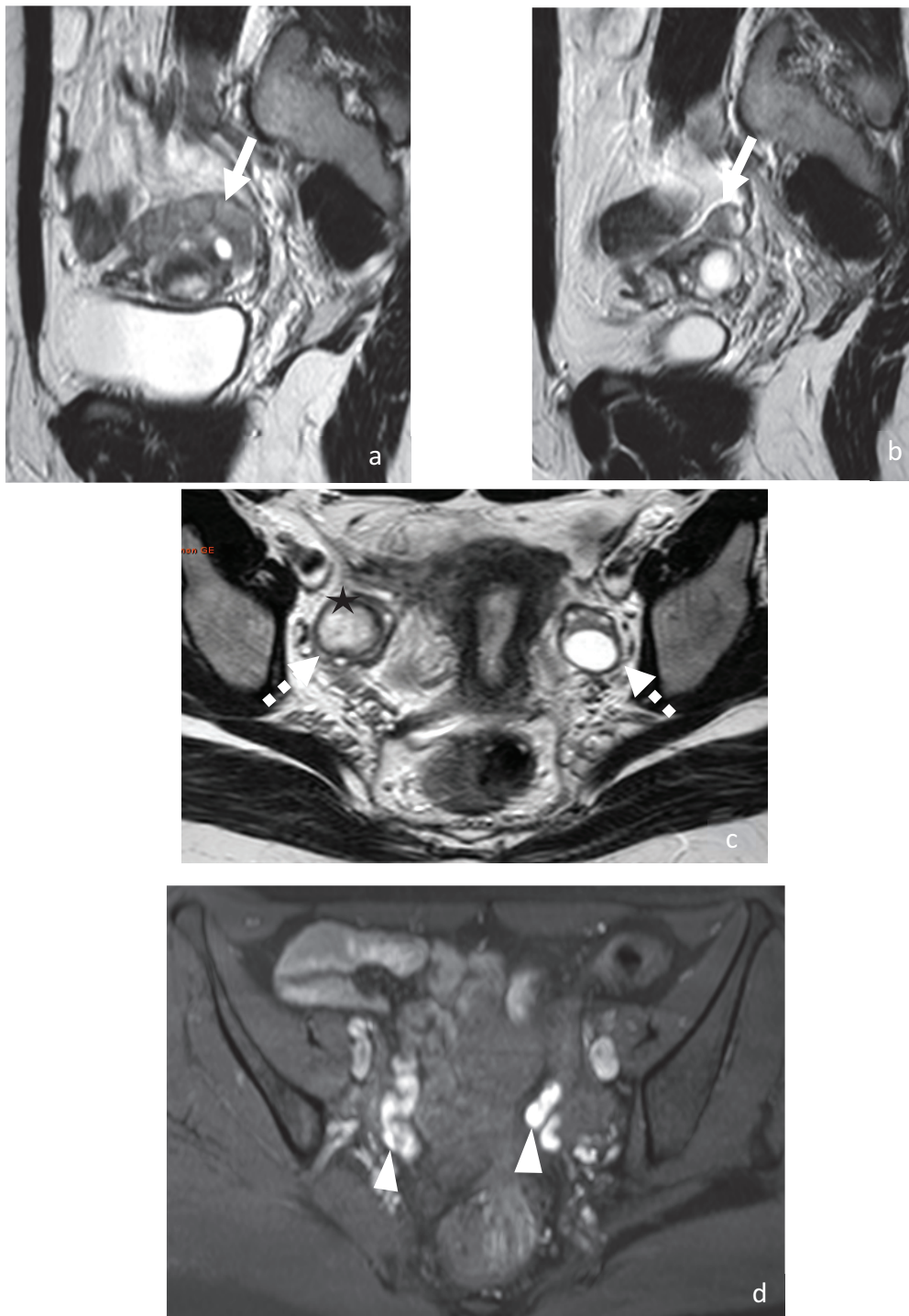


Figure 4 : Salpinx bilatéral.

(a) et (b) : Coupes sagittales pondérées en T2 TSE : les flèches indiquent les trompes droite (a) et gauche (b) en signal T2 intermédiaire.

(c) : Coupe axiale pondérée en T2 TSE : les flèches en pointillé indiquent les deux ovaires ; l'ovaire droit est le siège d'un endométriome (étoile).

(d) : Coupe axiale oblique dans le plan des deux trompes pondérée en T1 TSE avec saturation du signal de la graisse et après injection de gadolinium intra-cavitaire. Les têtes de flèche montrent l'opacification endoluminale tubaire bilatérale. Aucun brassage péritonéal n'est authentifié.

C. Résultats des objectifs secondaires

1. Localisations et concordance des anomalies retrouvées

Sur les 26 patientes analysées, 13 ne présentaient aucune anomalie tubaire ou endocavitaire.

13 patientes présentaient au moins une anomalie tubaire dont 3 présentaient aussi une anomalie endocavitaire.

Sur ces 13 patientes, 6 patientes présentaient une concordance totale sur les anomalies visualisées par les deux techniques : 3 patientes avaient une anomalie tubaire bilatérale et 3 autres une anomalie tubaire unilatérale.

Chez les 7 autres patientes, il existait des discordances sur les anomalies tubaires ou endocavitaires mises en évidence par les deux techniques.

Le tableau 4 résume la localisation et la concordance ou discordance des anomalies tubaires et endocavitaires visualisées chez les 13 patientes.

La figure 5 illustre le cas d'une patiente avec un utérus polomyomateux dont de multiples myomes sous-muqueux et pour qui l'évaluation de la perméabilité tubaire droite est discordante entre les deux techniques d'imagerie.

La figure 6 illustre un autre cas de discordance chez une patiente dont l'hystérosalpingographie n'a pas permis d'attester de la perméabilité de la trompe droite du fait de la présence d'une bulle d'air ostiale lors de l'injection. Le diagnostic de perméabilité tubaire bilatérale a pu être « rattrapé » lors de l'hystérosalpingo-IRM qui a mis en évidence un brassage péritonéal bilatéral. Aussi, les données morphologiques sur les séquences pondérées en T2 TSE ont pu mettre en évidence l'importance volumique des multiples myomes utérins, dont certains sous-muqueux réalisaient une empreinte sur la cavité.

Patient n°	Anomalie endocavitaire	Anomalie tubaire droite		Anomalie tubaire gauche		Concordance ou discordance
		Non perméabilité	Trompe anormale	Non perméabilité	Trompe anormale	
1		XX	XX	XX	XX	CONCORDANT
2		XX	XX	XX	XX	CONCORDANT
3		XX	XX	XX	XX	CONCORDANT
4				XX		CONCORDANT
5		XX				CONCORDANT
6				XX		CONCORDANT
7	X (H-IRM)			X (HSG)		DISCORDANT
8		XX	XX	X (H-IRM)	X (H-IRM)	DISCORDANT
9		X (H-IRM)	XX	XX		DISCORDANT
10	XX	X (HSG)		X (H-IRM)		DISCORDANT
11		X (H-IRM)		XX	X (HSG)	DISCORDANT
12				X (H-IRM)		DISCORDANT
13	X (HSG)	X (HSG)	X (HSG)			DISCORDANT

X : anomalie visualisée par une seule technique (HSG : hystérosalpingographie ; H-IRM : hystérosalpingoIRM)

XX : anomalie visualisée par les deux techniques

Tableau 4 : Localisation et concordance des anomalies tubaires et endocavitaires.

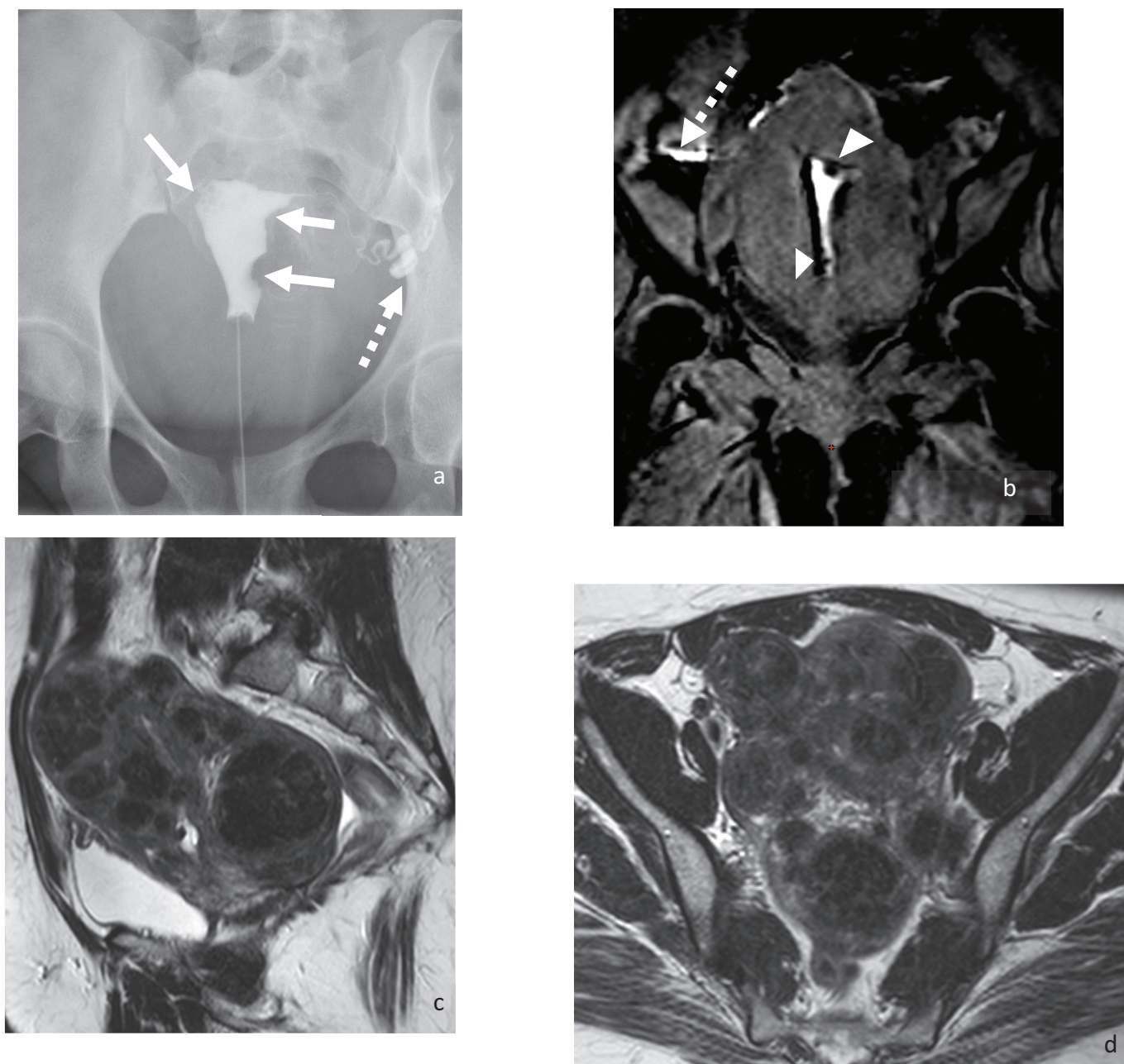


Figure 5 : Discordance hystérosalpingographie / hystérosalpingo-IRM.

(a): Hystérosalpingographie : les flèches indiquent des images de soustraction au niveau de la cavité en rapport avec de multiples myomes sous-muqueux. Seul un passage tubaire gauche est visualisé, avec brassage péritonéal homolatéral (flèche en pointillé).

(b): Hystérosalpingo-IRM : coupe axiale oblique dans l'axe de l'utérus en pondération T1 TSE avec saturation du signal de la graisse après injection de gadolinium intra-cavitaire: les têtes de flèche montrent des défauts d'opacification intra-cavitaire en rapport avec de multiples myomes sous-muqueux. La flèche en pointillé identifie un passage péritonéal droit.

(c) et (d): Hystérosalpingo-IRM : coupe sagittale (c) et axiale (d) en pondération T2 TSE : volumineux utérus poly-myomateux.

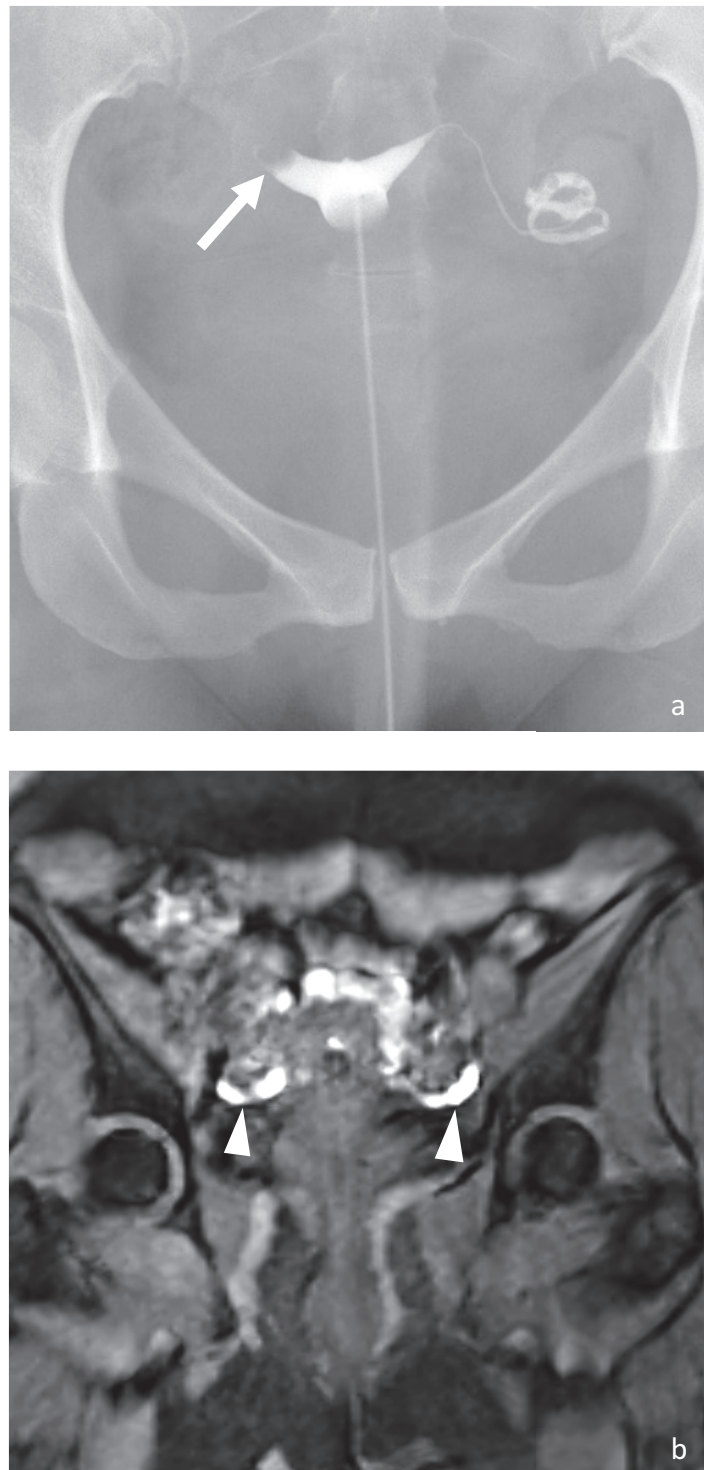


Figure 6 : Discordance hystérosalpingographie / hystérosalpingo-IRM.

(a) : Hystérosalpingographie : la flèche montre un defect au niveau de la corne utérine droite en rapport avec une bulle d'air ostiale. La trompe droite n'est pas opacifiée. La trompe gauche est fine est perméable.

(b) : Hystérosalpingo-IRM : les têtes de flèche montrent un brassage péritonéal bilatéral en faveur d'une perméabilité tubaire bilatérale.

2. Diagnostics supplémentaires apportés par l'IRM

L'analyse des données de l'IRM a été possible chez 39 patientes, une patiente ayant refusé l'examen pour cause de claustrophobie. L'IRM a permis de diagnostiquer :

- 8 cas d'endométriose sous péritonéale, dont 6 n'étaient pas connus, soit 16% de diagnostic supplémentaire.
- 7 cas d'endométriose ovarienne, dont 3 n'étaient pas connus soit 8% de diagnostic supplémentaire.
- 10 cas de myomes utérins, dont 5 n'étaient pas connus, soit 12,5% de diagnostic supplémentaire

Aussi, l'IRM a mis en évidence 4 cas de syndrome des ovaires poly-microkystiques et n'a retrouvé qu'un seul cas d'adénomyose alors que trois patientes avaient signalé cette pathologie dans leurs antécédents.

La figure 10 illustre le cas d'une patiente chez qui a été découvert au cours du bilan une endométriose sous péritonéale et ovarienne.

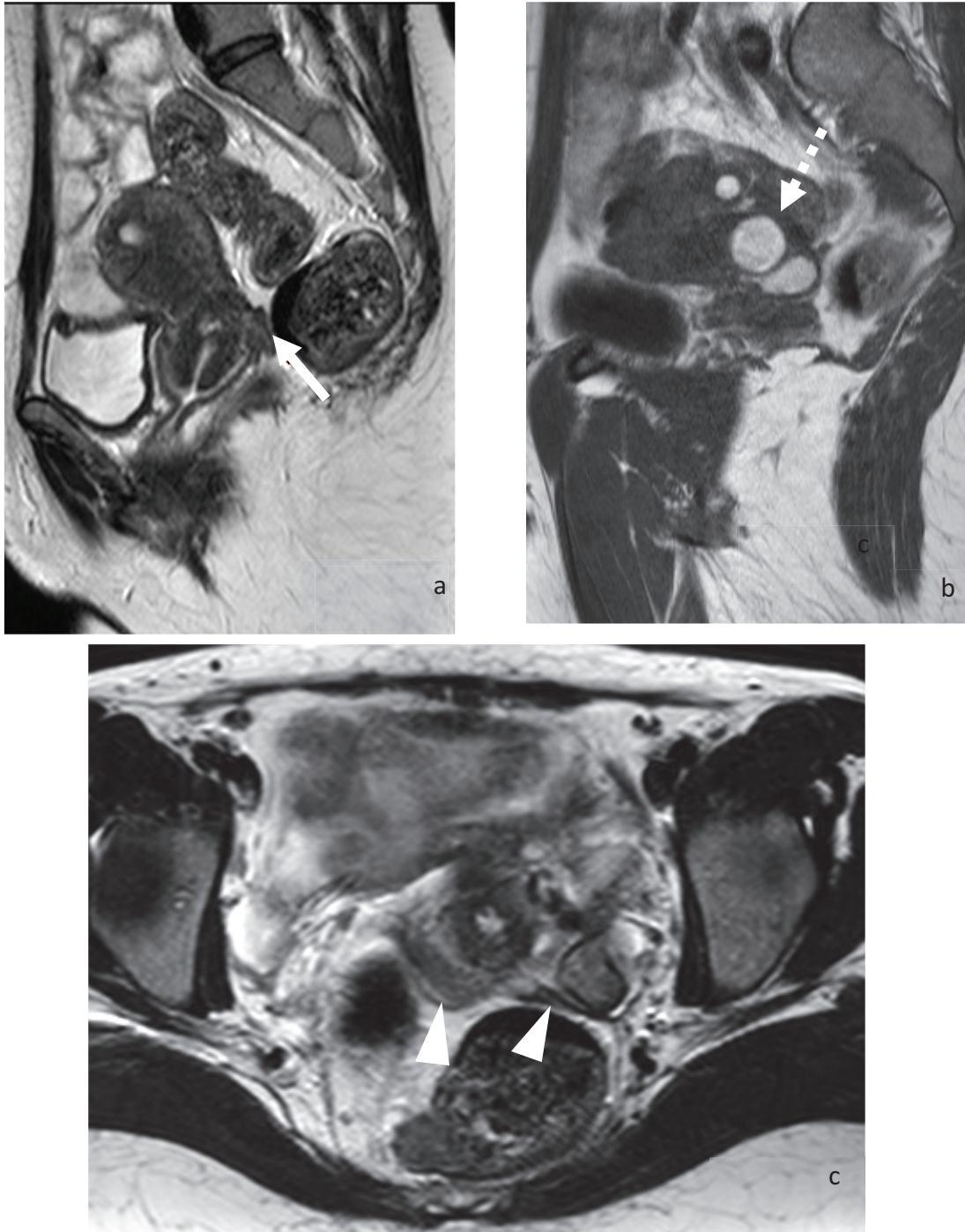


Figure 7 : Diagnostic supplémentaire d'endométriose apporté par l'IRM.

(a) : Séquence sagittale en pondération T2 TSE : la flèche indique un nodule fibreux rétractile en hyposignal T2 localisé au niveau du torus utérin.

(b) : Séquence sagittale en pondération T1 TSE : endométriomes ovariens en franc hypersignal T1 indiqués par la flèche en pointillé.

(c) : Séquence axiale en pondération T2 TSE : les têtes de flèches montre un épaissement bilatéral des ligaments utéro-sacrés en hyposignal T2.

3. Evaluation de la douleur et de la pénibilité de chaque procédure

28 patientes ont pu évaluer la douleur ressentie lors des procédures et leur préférence vis-à-vis des examens, soit les 26 patientes analysées et 2 patientes ayant bénéficié d'une hystérosalpingographie classique et de l'injection endocavitaire lors de l'hystérosalpingo-IRM bien que la procédure ait été considérée comme un échec.

L'analyse de la douleur a retrouvé une différence statistiquement significative entre les deux procédures avec une EVA moyenne lors de l'hystérosalpingographie classique de 4,43 [3,50 – 5,36] contre une EVA moyenne lors de l'hystérosalpingo-IRM de 3,46 [2,62- 4,31] , $p=0,01$. L'hystérosalpingographie classique apparaissait donc plus douloureuse que l'hystérosalpingo-IRM.

15 patientes ont ressenti une pénibilité identique entre les deux procédures, tandis que 10 patientes ont considéré l'hystérosalpingo-IRM moins pénible que l'hystérosalpingographie (sans différence statistique entre les deux groupes). Pour 3 patientes, l'hystérosalpingographie classique était moins pénible que l'hystérosalpingo-IRM (tableau 5).

On peut constater que selon le groupe de randomisation la distribution de la pénibilité semble identique. Le nombre de patientes trouvant la procédure IRM moins pénible que la procédure classique est de 33,3% dans le groupe 1 et de 37,5% dans le groupe 2 (tableaux 6 et 7). La comparaison statistique des deux groupes avec le test du χ^2 de Fisher ne met pas en évidence de différence, $p=1$.

	n	%
Pénibilité identique pour les 2 procédures	15	53.57
Hystéro classique moins pénible que l'hystéro IRM	3	10.71
Hystéro IRM moins pénible que l'hystéro classique	10	35.71

Tableau 5 : Évaluation de la pénibilité de chaque procédure.

Groupe 1 : hystérosalpingographie puis hystérosalpingo-IRM		
	n	%
Pénibilité identique pour les 2 procédures	7	58.33
Hystéro classique moins pénible que l'hystéro IRM	1	8.33
Hystéro IRM moins pénible que l'hystéro classique	4	33.33

Tableau 6 : Évaluation de la pénibilité de chaque procédure dans le groupe 1.

Groupe 2 : hystérosalpingo-IRM puis hystérosalpingographie		
	n	%
Pénibilité identique pour les 2 procédures	8	50.00
Hystéro classique moins pénible que l'hystéro IRM	2	12.50
Hystéro IRM moins pénible que l'hystéro classique	6	37.50

Tableau 7 : Évaluation de la pénibilité de chaque procédure dans le groupe 2.

4. Répétabilité et reproductibilité de lecture de l'hystérosalpingo-IRM

1) Répétabilité

La concordance des résultats (anomalies tubaires et cavitaires) évalués sur les mêmes patientes par le même opérateur à des temps différents était très bonne avec :

- Les 12 IRM classées anormales initialement ont été reclassées anormales lors de la relecture soit 100%
- Sur les 14 IRM classées normales initialement, 13 ont été reclassées anormales lors de la relecture, soit 92,86%.

Le coefficient kappa était de 92,3 : IC95% (77,6 – 1,0) avec $p < 0,0001$.

2) Reproductibilité

La concordance des résultats (anomalies tubaires et cavitaires) évalués sur les mêmes patientes par deux opérateurs différents était bonne avec:

- Sur les 12 IRM classées anormales par le premier lecteur, 9 ont été classées également anormales par le second lecteur soit 75%.
- Sur les 14 IRM classées normales par le premier lecteur, 14 ont été classées anormales également par le second lecteur, soit 100%.

Le coefficient kappa était de 76,4 : IC95% (51,9 – 1,0) avec $p < 0,0001$.

5. Taux d'échec

Sur les 40 patientes randomisées initialement, 14 n'ont pu bénéficier des deux procédures. Neuf sont dus à un échec d'insertion du cathéter endocervical, 2 sont secondaires à une claustrophobie, 2 sont dus à un défaut de gonflement du ballonnet endo-utérin et un échec secondaire à un problème de dilution du produit de contraste. Parmi ces 14 patientes, deux présentaient un antécédent de conisation.

Cinq évènements indésirables ont été déclarés : deux liés à des malaises vagues, deux liés à la douleur lors de l'injection et une suspicion de salpingite à minima ayant nécessité une consultation avec un gynécologue. Toutes ces patientes ont bénéficié d'un traitement symptomatique et aucune complication à distance n'a été signalée à ce jour.

IV. DISCUSSION

À notre connaissance, notre étude est la première à comparer les résultats de l'hystérosalpingo-IRM à ceux de l'hystérosalpingographie classique, examen d'imagerie de référence dans l'analyse des anomalies tubaires, de façon prospective et randomisée.

Nous avons retrouvé une bonne performance diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM avec une sensibilité de 91,7% et une spécificité de 92,9%. Il s'agit de la première étude à exprimer une performance diagnostique chiffrée pour cette technique d'imagerie nouvelle. En effet, les équipes de Sadowski (34) et Ma (35) ont comparé l'hystérosalpingo-IRM à l'hystérosalpingographie ou la coelioscopie mais ces examens étaient réalisés jusqu'à 6 mois avant l'hystérosalpingo-IRM, entraînant, à notre sens, un biais d'analyse majeur avec un facteur temporel confondant non négligeable. Respectivement, ces études rétrospectives et non randomisées ont analysé 17 et 20 patientes et ont rapporté une précision diagnostique de 62,5% et 84,2%. Notre étude l'a évaluée entre 73,1% à 88,5% et concorde ainsi avec la littérature.

La méthodologie de notre étude a permis de proposer plusieurs niveaux de précision diagnostique dans l'analyse des anomalies tubaires, fonctions des recommandations françaises de prise en charge thérapeutique du couple infertile. Le Collège national des Gynécologues et Obstétriciens français (CNGOF) a élaboré en décembre 2010 les recommandations suivantes (2) :

- Les techniques de fécondation in vitro (FIV) sont indiquées en cas de pathologies tubaires définitives sans recours possible à la chirurgie réparatrice, d'endométriose sévère, d'infertilité inexplicée, d'infertilité avec dégradation des caractéristiques spermiologiques sans possibilité de recours aux inséminations doivent faire recommander la FIV (grade A).

- Les techniques de chirurgie de la trompe distale (fimbrioplastie ou néosalpingostomie coelioscopique) sont recommandées en cas d'obstruction distale de bon pronostic bien qu'il n'existe pas de données comparatives comparant la chirurgie tubaire distale à la FIV d'emblée (accord professionnel). L'évaluation pronostique de la trompe s'effectue grâce à un score tubaire qui évalue la perméabilité et la paroi tubaire via la coelioscopie et les plis muqueux via l'hystérosalpingographie.
- La salpingectomie est recommandée en cas d'hydrosalpinx (grade A).
- Le recours à l'AMP d'emblée est recommandé en cas d'atteinte tubaire multifocale ou étendue (grade A).

A la lumière de ces recommandations, nous avons pensé intéressant de développer plusieurs niveaux de précision diagnostique dans l'analyse des anomalies tubaires afin de s'adapter aux attentes de nos correspondants gynécologues dont la prise en charge thérapeutique reste « centre-dépendant » :

- Pour les équipes souhaitant que le bilan d'imagerie leur réponde s'il existe une anomalie cavitaire ou tubaire, quelque soit sa latéralité (pour un passage plus rapide en FIV par exemple) la précision diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM est de 88,5%.
- Pour les équipes souhaitant connaître la latéralité de l'anomalie tubaire (en vue d'une fimbrioplastie par exemple), nous évaluons la précision diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM à 76,9%.
- Enfin, pour les équipes ayant besoin d'informations très précises sur les anomalies tubaires, non seulement leur côté mais également leur caractéristique (aspect de la trompe), la précision diagnostique diminue à 73,1%.

Nous voyons que la précision diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM diminue lorsque l'exigence de caractérisation des anomalies tubaires augmente. Cette diminution peut s'expliquer par la technique utilisée dans notre protocole d'étude et actuellement non validée. En effet, il nous a semblé licite d'utiliser des séquences pondérées en T1 avec injection dynamique de sels de gadolinium, afin de s'affranchir des artéfacts en pondération T2 liés aux fluides digestifs et péritonéaux. Cette acquisition en pondération T1 a été majoritairement choisie dans les précédentes études s'intéressant à l'hystérosalpingo-IRM (29,32–34,37,38). Cependant aucune étude n'a proposé de protocole pour l'acquisition volumique avec injection dynamique de produit de contraste intra-cavitaire, notamment quant à la résolution temporelle. Notre étude, réalisée sur une IRM 1,5 Tesla avec acquisition dynamique dans le plan coronal toutes les 8 secondes, ne permet pas une analyse du produit de contraste dans les trompes mais seulement de son accumulation intra-péritonéale. Par ailleurs, la résolution spatiale reste faible, que ce soit sur les séquences en pondération T2 ou avec injection dynamique de gadolinium intra-cavitaire et ne permet pas non plus de visualiser des trompes fines, physiologiques ni d'analyser les plis muqueux tubaires comme il l'est possible de le faire lors de l'hystérosalpingographie. Or, ces données sont un facteur pronostique majeur de la viabilité de la trompe et dirigent le choix thérapeutique (2). Sadowski et al., qui ont étudié la perméabilité tubaire sur une IRM 1,5 Tesla, étaient confrontés à la même problématique en ne visualisant pas les trompes à l'état normal (34). A contrario, Cipolla et al., qui ont étudié la faisabilité de la technique de l'hystérosalpingo-IRM sur une IRM 3 Tesla, avaient un protocole d'acquisition optimisé avec une nette amélioration du ratio signal sur bruit leur permettant une visualisation de trompes fines normales chez 70% des patientes (37). Aussi, grâce à une bien meilleure résolution temporelle, ils pouvaient visualiser le passage « en temps réel » du produit de contraste à travers les trompes. Dans notre étude, de part nos limites de résolution spatiale et temporelle, la prédiction de la latéralité de l'anomalie apparaît limitée, d'autant

plus si la trompe présente un trajet tortueux ou une disposition postérieure et médiane. L'ensemble de ces éléments permet également d'expliquer l'impossibilité de détermination du niveau d'obstruction tubaire.

Nous avons observé un nombre significatif de discordances dans l'analyse des anomalies tubaires et cavitaires entre nos deux procédures. Sur les 13 patientes présentant au moins une anomalie tubaire, 7 cas étaient discordants entre l'analyse sur l'hystérosalpingographie et l'hystérosalpingo-IRM. Cette discordance significative peut sembler être un élément fortement négatif dans l'évaluation de la technique IRM. Cependant, il est à noter que cette procédure a été comparée à l'examen radiologique de référence dans l'analyse des anomalies tubaires, l'hystérosalpingographie, qui ne présente une sensibilité pour cette indication que de 65% (7). Ainsi, nos discordances pourraient être en partie en faveur de l'hystérosalpingo-IRM, capable de démasquer des anomalies non mises en évidence par l'hystérosalpingographie. En plus de sa sensibilité moyenne, l'hystérosalpingographie présente d'autres inconvénients tels qu'une significative variabilité inter-observateurs et l'irradiation des organes pelviens chez des femmes jeunes. Par ailleurs, son impact dans la prise en charge de l'infertilité reste controversé. En effet, un essai multicentrique randomisé sur 344 patientes (42) a retrouvé un pronostic de fertilité identique entre les groupes hystérosalpingographie puis éventuellement coelioscopie versus coelioscopie seule. Aussi, dans une méta analyse sur 2729 patientes, Mol et al. ont démontré que la recherche d'une séropositivité pour le Chlamydia est d'efficacité comparable à l'hystérosalpingographie pour le dépistage des pathologies tubaires (sensibilité 68%, spécificité 82%). L'association de cette sérologie à une hystérosalpingographie n'améliore pas ses performances diagnostiques par rapport à une sérologie seule (43).

C'est pourquoi, lors de ces vingt dernières années, plusieurs études ont recherché des techniques d'imagerie alternatives à l'hystérosalpingographie dans l'évaluation des anomalies

tubaires et indirectement péri tubaires permettant un bilan diagnostique optimisé, rapide et exhaustif. Ce nouveau concept en imagerie de bilan diagnostique unique et complet est actuellement en voie de développement et se nomme le « one stop shop ». Il a été proposé dans l'imagerie cardiaque avec des protocoles d'acquisitions en tomодensitométrie et IRM complets permettant une évaluation pré-thérapeutique exhaustive de la cardiopathie ischémique notamment (44). De multiples études s'intéressent également à l'IRM comme modalité unique dans l'évaluation hépatique et rénale des donneurs d'organe et au couple PET/IRM dans le bilan d'extension initial en cancérologie (45,46).

L'intérêt d'une modalité d'imagerie « one stop shop » apparaît pertinent dans le bilan d'infertilité. Elle a été proposée en échographie 2D et 3D par l'équipe de Groszmann et al. (47) en associant les nouvelles techniques d'hystérososalpingographie pour l'analyse tubaire. Ainsi, il apparaît tout à fait licite et séduisant de proposer un « one stop shop » avec l'hystérosalpingo-IRM, sous réserve d'une optimisation et d'une validation du protocole d'acquisition. L'accessibilité limitée de cette modalité d'imagerie et son coût élevé restent des limites non négligeables mais cette technique pourrait permettre un gain de temps significatif dans l'exploration de l'infertilité. Aussi le surcoût lié à la prescription d'une hystérosalpingographie et d'une échographie endovaginale, complétée par une IRM pelvienne pourrait être contrebalancé par la prescription d'un examen unique et exhaustif permettant dans le même temps l'analyse de la morphologie utérine, des trompes et leur perméabilité et des annexes. Les recommandations (2) indiquent que le bilan initial doit comporter un compte des follicules antraux, reflet de la réserve ovarienne, actuellement évalué par l'échographie endo-vaginale, examen rapide, accessible et peu coûteux. Une étude récente publiée en 2014 par Leonhardt et al. a comparé les performances de l'IRM et de l'échographie endo-vaginale dans le compte des follicules antraux (CFA). Le contourage semi automatique sur les reconstructions multiplanaires 3D de l'IRM apparaît plus performant dans

l'évaluation du volume ovarien que la technique en échographie 3D. Aussi, le compte des follicules antraux de petite taille de 1 à 3 mm est supérieur en IRM par sa capacité à discriminer deux follicules adjacents. Ces données sont des arguments supplémentaires permettant d'envisager l'hystérosalpingo-IRM comme technique d'imagerie unique capable de réaliser un bilan diagnostique exhaustif dans l'évaluation initiale d'une femme infertile.

Dans notre étude, l'IRM a permis de diagnostiquer 23 % de cas supplémentaires d'endométriose (ovarienne et sous péritonéale), non connus avant l'examen et a détecté 4 cas de syndrome des ovaires polymicrokystiques. Du fait de leur impact significatif sur la fertilité, la connaissance de ces anomalies a pu avoir un impact direct sur la prise thérapeutique chez ces patientes. Ce taux de diagnostics supplémentaires illustre l'apport de l'IRM dans la prise en charge diagnostique de l'infertilité et son potentiel intérêt en tant que bilan unique. Nous pouvons cependant noter que ce taux de diagnostics supplémentaires d'endométriose est à pondérer par la présence d'un biais de sélection significatif. En effet, les patientes incluses dans le protocole ont bénéficié d'une IRM car elles présentaient des dysménorrhées ou des dyspareunies, éléments cliniques faisant suspecter la présence de lésions endométriosiques.

Les résultats de l'étude ont montré que l'hystérosalpingo-IRM provoquait une douleur moins importante que l'hystérosalpingographie avec une différence statistiquement significative. La douleur étant un phénomène subjectif, sa mesure est un élément complexe à appréhender. Nous avons associé à l'auto-évaluation par EVA une question simple : « Quelle méthode avez-vous trouvée la moins pénible ? » Ainsi nous avons pu évaluer le ressenti sur la pénibilité des deux examens de façon globale sans nous attacher à la comparaison des variables continues d'EVA, nous permettant de nous affranchir à minima de la grande variabilité de perception de la douleur selon les patientes en fonction de leur état psychologique, de leur histoire personnelle. Sans pouvoir dégager une différence

statistiquement significative, nous pouvons relever la tendance qui montre la moindre pénibilité de l'hystérosalpingo-IRM par rapport à l'hystérosalpingographie et ce peu importe l'ordre de passage des examens. Cette moindre pénibilité peut s'expliquer notamment par la moindre viscosité du gadolinium dilué par rapport au produit radio opaque, diminuant possiblement la douleur lors de l'injection intra-utérine et du passage tubaire.

L'étude de la reproductibilité a retrouvé une bonne concordance inter-observateurs avec un coefficient kappa à 0,76. Cet élément est à prendre en compte dans la validation de cette nouvelle technique attestant de la faible variabilité de lecture entre les différents radiologues, la différenciant notamment ainsi des autres techniques alternatives à l'hystérosalpingographie dans l'analyse tubaire telles que l'hystérosalpingosonographie.

La limite principale de notre étude est la faible puissance de l'échantillon et le taux majeur d'échec de 35% dont 65% est due à l'échec de mise en place du cathéter utérin, quand il est de maximum 5 % dans les différentes autres études. Ce fort taux d'échec est essentiellement expliqué par les conditions sous-optimales de réalisation de mise en place du cathéter utérin. En effet celui-ci était positionné dans la salle de préparation d'IRM, sur une table sans étrier ne permettant pas une position gynécologique optimale, sans éclairage focal possible sur le col utérin. Aussi la configuration de la salle de préparation à l'IRM était peu propice à la relaxation de la patiente : pièce très lumineuse, assez bruyante, personnel assez nombreux autour de la patiente... La douleur ressentie par la patiente est la limite principale dans la réalisation d'une opacification intra-cavitaire, celle-ci étant directement liée à l'anxiété avant et pendant l'examen et pouvant être responsable d'un spasme tubaire donc d'un faux positif. Ainsi, des conditions optimales sont nécessaires à la bonne réalisation de cet examen notamment une table de gynécologie dédiée, un environnement calme avec une lumière tamisée ainsi que du personnel dédié disponible et expert. La variabilité d'expérience entre les différents opérateurs (internes, chefs de clinique et praticiens hospitaliers) dans la pose de

cathéter utérin est un autre élément à prendre à compte pour permettre d'expliquer notre taux d'échec. Dans l'étude de Cipolla et al., la pose du cathéter était réalisée par un opérateur unique et expert ayant effectué plus de 3000 hystérosalpingographies (37) . Par ailleurs, le déplacement de la patiente entre les différentes salles d'examen est un facteur de risque majeur de mobilisation et de perte d'étanchéité du cathéter et est une explication certaine à nos échecs d'opacification intra cavitaires. Ce déplacement était inévitable dans notre schéma d'étude de comparaison dans le même temps de l'hystérosalpingographie et de l'hystérosalpingo-IRM et augmente fortement notre taux d'échec par rapport aux autres études non comparatives où seule une technique d'imagerie était pratiquée.

Notre étude s'est aussi différenciée des précédentes publications par la réalisation d'une injection automatique du produit de contraste via la tubulure longue et le cathéter utérin quand les équipes de Sadowski et Cipolla ont choisi une injection manuelle. Notre choix d'injection automatique s'est inscrit dans une volonté d'évaluer cette technique innovante dans les conditions de pratique de tous les jours, pour appréhender au mieux sa faisabilité quotidienne. Nous avons choisi délibérément de ne pas intervenir au cours de l'IRM donc de ne pas injecter manuellement et de ne pas regonfler la sonde à ballonnet ou repositionner le cathéter également dans le but de ne pas rallonger le temps d'examen et ainsi limiter l'inconfort de la patiente. Ce taux d'échec global, synonyme de faible puissance de l'échantillon, a aussi pour conséquence directe une perte de puissance statistique avec un élargissement significatif des intervalles de confiance dans l'évaluation de la performance diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM.

Enfin, notre étude nous permet de nous poser la question suivante : Quelle est, aujourd'hui, la place de l'IRM dans le bilan d'infertilité, notamment dans l'évaluation pré-thérapeutique avant coelioscopie ? Actuellement, les recommandations françaises placent l'IRM dans le bilan d'infertilité en exploration de seconde ligne des infertilités inexplicables

(39). Parallèlement, la coélio-scopie est indiquée en cas de pathologie tubo-pelvienne suspectée devant la présence des antécédents suivants (2): appendicite compliquée, maladie inflammatoire du pelvis, chirurgie pelvienne, suspicion d'endométriose, présence d'un hydrosalpinx, séropositivité pour Chlamydia trachomatis. Ces recommandations nous montrent bien le rapport étroit qu'il existe entre l'indication d'une coélio-scopie et les résultats possibles de l'IRM pelvienne, notamment concernant les cinq premiers items. Cependant, la coélio-scopie n'est pas dénuée de risque avec un taux de complication de 1,84 pour 1000 procédures (11% de complications mineures et 2,8% de complications majeures) et ne retrouve pas d'anomalie significative expliquant l'hypofertilité de la patiente dans 38% des cas (40). Ainsi la normalité d'un bilan d'imagerie exhaustif et complet, comme le permet l'IRM, pourrait permettre d'éviter cet acte invasif et de gagner du temps dans la prise en charge thérapeutique. Ayida et al. ont d'ailleurs suggéré de surseoir à la coélio-scopie en cas d'hystérososalpingographie et d'IRM pelvienne normales (41) . Ainsi, sans que le protocole d'étude n'ait été mené afin de répondre à cette question spécifique, notre étude pourrait tendre à proposer la même stratégie à savoir de ne pas proposer de coélio-scopie en cas d'hystérosalpingo-IRM normale, si le contexte clinique le permet.

V. CONCLUSION

L'hystérosalpingo-IRM est une technique novatrice et bien tolérée, présentant comme intérêt majeur de pouvoir effectuer un bilan diagnostique unique et exhaustif dans le cadre de la prise en charge de l'infertilité. Elle apparaît particulièrement pertinente pour l'analyse à la fois de la morphologie utéro-annexielle et de leur environnement pelvien et prometteuse dans l'analyse de la perméabilité tubaire. Cependant, elle reste encore limitée pour l'étude morphologique des trompes. Des études complémentaires sont nécessaires afin d'améliorer le protocole d'acquisition et d'évaluer son impact économique comme première ligne diagnostique, mais cependant il s'agit d'une technique potentiellement d'avenir dans l'amélioration de prise en charge des patientes hypofertiles.

VI. BIBLIOGRAPHIE

1. Maubon A, Pouquet M, Piver P, Mazet N, Viala-Trentini M, Rouanet JP. [Imaging of female infertility]. *J Radiol*. 2008 Jan;89(1 Pt 2):172–83.
2. Collège national des gynécologues obstétriciens français. La prise en charge du couple infertile: recommandations pour la pratique clinique. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 2010;39:S1-S342; 2010.
3. Viala-Trentini M, Maubon A, Filhastre M, Georges P, Rouanet J-P. Imagerie de l'hypofertilité de la femme. *EMC - Radiol Imag MÉDICALE Génito-urin - Gynéco-Obstétricale - Mammaire* 2006;18 Art 34-620-E-10.
4. Mahmood TA, Templeton AA, Thomson L, Fraser C. Menstrual symptoms in women with pelvic endometriosis. *Br J Obstet Gynaecol*. 1991 Jun;98(6):558–63.
5. Troiano RN, McCarthy SM. Mullerian duct anomalies: imaging and clinical issues. *Radiology*. 2004 Oct;233(1):19–34.
6. Luttjeboer F, Harada T, Hughes E, Johnson N, Lilford R, Mol BWJ. Tubal flushing for subfertility. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007 Jul 18;(3):CD003718.
7. Tvarijonaviciene E, Nadisauskiene RJ. The value of hysterosalpingography in the diagnosis of tubal pathology among infertile patients. *Med Kaunas Lith*. 2008;44(6):439–48.
8. Soares SR, Barbosa dos Reis MM, Camargos AF. Diagnostic accuracy of sonohysterography, transvaginal sonography, and hysterosalpingography in patients with uterine cavity diseases. *Fertil Steril*. 2000 Feb;73(2):406–11.
9. Dudiak CM, Turner DA, Patel SK, Archie JT, Silver B, Norusis M. Uterine leiomyomas in the infertile patient: preoperative localization with MR imaging versus US and hysterosalpingography. *Radiology*. 1988 Jun;167(3):627–30.

10. Bazot M, Nassar-Slaba J, Rouger J, Cortez A, Daraï E. Imagerie de l'adénomyose. EMC - Gynécologie-Obstétrique. 2005 Aug;2(3):269–77.
11. Glatstein IZ, Sleeper LA, Lavy Y, Simon A, Adoni A, Palti Z, et al. Observer variability in the diagnosis and management of the hysterosalpingogram. *Fertil Steril*. 1997 Feb;67(2):233–7.
12. Hart D, Hillier MC, Wall BF. National reference doses for common radiographic, fluoroscopic and dental X-ray examinations in the UK. *Br J Radiol*. 2009 Jan;82(973):1–12.
13. Reinhold C, McCarthy S, Bret PM, Mehio A, Atri M, Zakarian R, et al. Diffuse adenomyosis: comparison of endovaginal US and MR imaging with histopathologic correlation. *Radiology*. 1996 Apr;199(1):151–8.
14. Noventa M, Saccardi C, Litta P, Vitagliano A, D'Antona D, Abdulrahim B, et al. Ultrasound techniques in the diagnosis of deep pelvic endometriosis: algorithm based on a systematic review and meta-analysis. *Fertil Steril*. 2015 Aug;104(2):366–83.e2.
15. Guerriero S, Ajossa S, Lai MP, Mais V, Paoletti AM, Melis GB. Transvaginal ultrasonography associated with colour Doppler energy in the diagnosis of hydrosalpinx. *Hum Reprod Oxf Engl*. 2000 Jul;15(7):1568–72.
16. Graupera B, Pascual MA, Hereter L, Browne JL, Úbeda B, Rodríguez I, et al. Accuracy of three-dimensional ultrasound compared with magnetic resonance imaging in diagnosis of Müllerian duct anomalies using ESHRE-ESGE consensus on the classification of congenital anomalies of the female genital tract. *Ultrasound Obstet Gynecol Off J Int Soc Ultrasound Obstet Gynecol*. 2015 Nov;46(5):616–22.
17. Deshmukh SP, Gonsalves CF, Guglielmo FF, Mitchell DG. Role of MR imaging of uterine leiomyomas before and after embolization. *Radiogr Rev Publ Radiol Soc N Am Inc*. 2012 Oct;32(6):E251–81.
18. Dueholm M, Lundorf E, Hansen ES, Ledertoug S, Olesen F. Evaluation of the uterine

cavity with magnetic resonance imaging, transvaginal sonography, hysterosonographic examination, and diagnostic hysteroscopy. *Fertil Steril*. 2001 Aug;76(2):350–7.

19. Bazot M, Darai E, Hourani R, Thomassin I, Cortez A, Uzan S, et al. Deep pelvic endometriosis: MR imaging for diagnosis and prediction of extension of disease. *Radiology*. 2004 Aug;232(2):379–89.

20. Maubon A, Bazot M. Imagerie de l'endométriose. *J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod - Vol 36 - N° 2 - P 129-134*. 2008 Oct 3;

21. Novellas S, Chassang M, Delotte J, Toullalan O, Chevallier A, Bouaziz J, et al. MRI characteristics of the uterine junctional zone: from normal to the diagnosis of adenomyosis. *AJR Am J Roentgenol*. 2011 May;196(5):1206–13.

22. Maubon A, Faury A, Kapella M, Pouquet M, Piver P. Uterine junctional zone at magnetic resonance imaging: a predictor of in vitro fertilization implantation failure. *J Obstet Gynaecol Res*. 2010 Jun;36(3):611–8.

23. Vercellini P, Consonni D, Dridi D, Bracco B, Frattaruolo MP, Somigliana E. Uterine adenomyosis and in vitro fertilization outcome: a systematic review and meta-analysis. *Hum Reprod Oxf Engl*. 2014 May;29(5):964–77.

24. Troiano RN. Magnetic resonance imaging of mullerian duct anomalies of the uterus. *Top Magn Reson Imaging TMRI*. 2003 Aug;14(4):269–79.

25. Collège national des gynécologues obstétriciens français, C. Lafont, M. Bazot, J-M. Antoine, E. Daraï. Imagerie de l'utérus : échographie, IRM , Extrait des Mises à jour en Gynécologie Médicale. 2008.

26. Pellerito JS, McCarthy SM, Doyle MB, Glickman MG, DeCherney AH. Diagnosis of uterine anomalies: relative accuracy of MR imaging, endovaginal sonography, and hysterosalpingography. *Radiology*. 1992 Jun;183(3):795–800.

27. Maheux-Lacroix S, Boutin A, Moore L, Bergeron M-E, Bujold E, Laberge P, et al.

Hysterosalpingosonography for diagnosing tubal occlusion in subfertile women: a systematic review with meta-analysis. *Hum Reprod Oxf Engl*. 2014 May;29(5):953–63.

28. Carrascosa PM, Capuñay C, Vallejos J, Martín López EB, Baronio M, Carrascosa JM. Virtual hysterosalpingography: a new multidetector CT technique for evaluating the female reproductive system. *Radiogr Rev Publ Radiol Soc N Am Inc*. 2010 May;30(3):643–61.

29. Lee FT, Grist TM, Nelson KG, Chosy SG, Rappe AH, Shapiro SS, et al. MR hysterosalpingography in a rabbit model. *J Magn Reson Imaging JMRI*. 1996 Apr;6(2):300–4.

30. Rouanet De Lavit JP, Maubon AJ, Thurmond AS. MR hystero-graphy performed with saline injection and fluid attenuated inversion recovery sequences: initial experience. *AJR Am J Roentgenol*. 2000 Sep;175(3):774–6.

31. De Felice C, Rech F, Marini A, Stagnitti A, Valente F, Cipolla V, et al. Magnetic resonance hysterosalpingography in the evaluation of tubal patency in infertile women: an observational study. *Clin Exp Obstet Gynecol*. 2012;39(1):83–8.

32. Unterweger M, De Geyter C, Fröhlich JM, Bongartz G, Wiesner W. Three-dimensional dynamic MR-hysterosalpingography; a new, low invasive, radiation-free and less painful radiological approach to female infertility. *Hum Reprod Oxf Engl*. 2002 Dec;17(12):3138–41.

33. Wiesner W, Ruehm SG, Bongartz G, Kaim A, Reese E, De Geyter C. Three-dimensional dynamic MR hysterosalpingography: a preliminary report. *Eur Radiol*. 2001;11(8):1439–44.

34. Sadowski EA, Ochsner JE, Rihard JM, Korosec FR, Agrawal G, Pritts EA, et al. MR hysterosalpingography with an angiographic time-resolved 3D pulse sequence: assessment of tubal patency. *AJR Am J Roentgenol*. 2008 Nov;191(5):1381–5.

35. Ma L, Wu G, Wang Y, Zhang Y, Wang J, Li L, et al. Fallopian tubal patency diagnosed by magnetic resonance hysterosalpingography. *J Reprod Med*. 2012 Oct;57(9-10):435–40.

36. Shojai R, Ohannessian A, Maruani J, Agostini A. Antibioprophylaxie et interventions endo-utérines. *J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod*. 2012;41(8):913–21.

37. Cipolla V, Guerrieri D, Pietrangeli D, Santucci D, Argirò R, de Felice C. Role of 3.0 Tesla magnetic resonance hysterosalpingography in the diagnostic work-up of female infertility. *Acta Radiol Stockh Swed* 1987. 2016 Sep;57(9):1132–9.
38. Winter L, Glücker T, Steimann S, Fröhlich JM, Steinbrich W, De Geyter C, et al. Feasibility of dynamic MR-hysterosalpingography for the diagnostic work-up of infertile women. *Acta Radiol Stockh Swed* 1987. 2010 Jul;51(6):693–701.
39. Belaisch-Allart J, Castaing N, Grefenstette I, Larousserie F, Mayenga JM, Mokdad H, et al. Infertilité dite inexpiquée: Quel bilan en 2009. Collège Gynécologues Obstétriciens Fr Diffus Vigot Paris. 2009;
40. Chapron C, Pierre F, Querleu D, Dubuisson JB. [Complications of laparoscopy in gynecology]. *Gynecol Obstet Fertil*. 2001 Sep;29(9):605–12.
41. Ayida G, Chamberlain P, Barlow D, Koninckx P, Golding S, Kennedy S. Is routine diagnostic laparoscopy for infertility still justified? A pilot study assessing the use of hysterosalpingo-contrast sonography and magnetic resonance imaging. *Hum Reprod Oxf Engl*. 1997 Jul;12(7):1436–9.
42. Perquin D a. M, Dörr PJ, de Craen AJM, Helmerhorst FM. Routine use of hysterosalpingography prior to laparoscopy in the fertility workup: a multicentre randomized controlled trial. *Hum Reprod Oxf Engl*. 2006 May;21(5):1227–31.
43. Mol BW, Dijkman B, Wertheim P, Lijmer J, van der Veen F, Bossuyt PM. The accuracy of serum chlamydial antibodies in the diagnosis of tubal pathology: a meta-analysis. *Fertil Steril*. 1997 Jun;67(6):1031–7.
44. Pelgrim GJ, Dorrius M, Xie X, den Dekker MAM, Schoepf UJ, Henzler T, et al. The dream of a one-stop-shop: Meta-analysis on myocardial perfusion CT. *Eur J Radiol*. 2015 Dec;84(12):2411–20.
45. Xie S, Liu C, Yu Z, Ren T, Hou J, Chen L, et al. One-stop-shop preoperative evaluation

for living liver donors with gadoxetic acid disodium-enhanced magnetic resonance imaging: efficiency and additional benefit. Clin Transplant. 2015 Dec;29(12):1164–72.

46. Maseeh-uz-Zaman null, Fatima N, Sajjad Z, Zaman U. Whole body simultaneous PET/MRI: one-stop-shop? JPMA J Pak Med Assoc. 2014 Feb;64(2):201–4.

47. Groszmann YS, Benacerraf BR. Complete evaluation of anatomy and morphology of the infertile patient in a single visit; the modern infertility pelvic ultrasound examination. Fertil Steril. 2016 Jun;105(6):1381–93.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

<u>Annexe 1</u> : Fiche de lecture de l'hystérosalpingographie.....	47
<u>Annexe 2</u> : Fiche de lecture de l'hystérosalpingo-IRM à JO	48
<u>Annexe 3</u> : Fiche de relecture de l'hystérosalpingo-IRM.....	49
<u>Figure 1</u> : Hystérosalpingographie normale.	50
<u>Figure 2</u> : Hystérosalpingo-IRM normale.....	51
<u>Figure 3</u> : Ordinogramme de l'étude.	54
<u>Figure 4</u> : Salpinx bilatéral.	59
<u>Figure 5</u> : Discordance hystérosalpingographie / hystérosalpingo-IRM.....	62
<u>Figure 6</u> : Seconde discordance hystérosalpingographie-hystérosalpingo-IRM.....	63
<u>Figure 7</u> : Diagnostic supplémentaire d'endométriose apporté par l'IRM.....	65
<u>Tableau 1</u> : Caractéristiques de la population totale.	55
<u>Tableau 2</u> : Caractéristiques de la population analysée.....	56
<u>Tableau 3</u> : Résumé des résultats de l'objectif principal.	58
<u>Tableau 4</u> : Localisation et concordance des anomalies tubaires et endocavitaires.....	61
<u>Tableau 5</u> : Évaluation de la pénibilité de chaque procédure.	67
<u>Tableau 6</u> : Évaluation de la pénibilité de chaque procédure dans le groupe 1.....	67
<u>Tableau 7</u> : Évaluation de la pénibilité de chaque procédure dans le groupe 2.....	68

Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques ou mentaux, individuels ou sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.

L'hystérosalpingo-IRM dans le cadre du bilan d'infertilité de la femme : comparaison à l'hystérosalpingographie classique

Objectifs: L'objectif principal est de comparer la performance diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM avec injection intra cavitaire de gadolinium à l'hystérosalpingographie classique, examen d'imagerie de référence, dans la détection des anomalies cavitaires utérines et tubaires dans le cadre du bilan d'infertilité.

Les objectifs secondaires sont de décrire le type et la localisation des anomalies retrouvées, déterminer le taux de diagnostics supplémentaires apportés par l'IRM, comparer la douleur ressentie lors de chaque examen et la procédure préférée par les patientes, étudier la répétabilité et la reproductibilité dans la lecture de l'hystérosalpingo-IRM et recenser le taux d'échec.

Matériels et méthodes : Il s'agissait d'une étude diagnostique, prospective, randomisée, en ouvert, réalisée de Janvier 2013 à Novembre 2016, monocentrique dans le service d'Imagerie médicale de l'hôpital Archet 2 à Nice. Chaque patiente bénéficiait le même jour de l'hystérosalpingographie et de l'hystérosalpingo-IRM.

Le cathéter utérin était positionné en salle de préparation d'IRM. Le protocole IRM comprenant des séquences morphologiques classiques ainsi que des séquences dédiées à l'analyse de la cavité utérine et de la perméabilité tubaire pondérées en T1 après saturation de la graisse dans le plan coronal (TR : 500 ms/ TE : 50ms, FOV : 378x297x150) sans puis après injection automatique et douce de gadolinium. L'hystérosalpingographie était réalisée selon un protocole classique.

Ils étaient interprétés par deux radiologues tous deux ayant 5 ans d'expérience en imagerie pelvienne. Le jour de la réalisation des examens (J0), chaque radiologue interprétait de façon indépendante et aveugle soit l'hystérosalpingographie soit l'hystérosalpingoIRM selon la randomisation. Ensuite, avec un délai minimum d'une semaine par rapport à la lecture initiale (J0), les deux radiologues interprétaient, de façon indépendante et aveugle de la première lecture, l'hystérosalpingo-IRM.

Résultats: 40 patientes ont été randomisées et 26 patientes ont été analysées. L'étude de la performance diagnostique de l'hystérosalpingo-IRM retrouvait une sensibilité de 91,7% [61,5% - 99,8%], une spécificité de 92,9% [66,1% - 99,8%], une valeur prédictive positive de 91,7% [61,5% - 99,8%] et une valeur prédictive négative de 92,9% [66,1% - 99,8%]. Sur les 26 patientes analysées, 13 présentaient au moins une anomalie tubaire. Chez 6 patientes, la concordance entre les deux examens était parfaite, chez 7 autres patientes on retrouvait des discordances entre les deux techniques. L'IRM a permis 23% de diagnostic supplémentaire d'endométriose et 12,5% de diagnostic supplémentaire de myomes utérins. L'analyse de la douleur a retrouvé une différence statistiquement significative entre les deux procédures avec une EVA moyenne lors de l'hystérosalpingographie classique de 4,43 [3,50 – 5,36] contre une EVA moyenne lors de l'hystérosalpingo-IRM de 3,46 [2,62- 4,31] , p=0,01. L'accord inter-observateurs était de 76,4 : IC95% (51,9 – 1,0) avec p<0,0001. 14 échecs de procédure étaient recensés dont 9 liés à un échec de pose du cathéter utérin.

Conclusion: L'hystérosalpingo-IRM est une technique novatrice permettant un bilan diagnostique unique et exhaustif de l'infertilité féminine. Malgré la nécessité d'études complémentaires afin d'améliorer le protocole d'acquisition, il s'agit d'une technique prometteuse dans l'amélioration de prise en charge des patientes hypofertiles.