



HAL
open science

Performances diagnostiques de l'entéro-IRM 3.0 Tesla pour la détection des atteintes endométriosiques digestives supra-sigmoïdiennes

Théophane Trochu

► **To cite this version:**

Théophane Trochu. Performances diagnostiques de l'entéro-IRM 3.0 Tesla pour la détection des atteintes endométriosiques digestives supra-sigmoïdiennes. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03721240

HAL Id: dumas-03721240

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03721240v1>

Submitted on 12 Jul 2022

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.

IMPORTANT : OBLIGATIONS DE LA PERSONNE CONSULTANT CE DOCUMENT

Conformément au *Code de la propriété intellectuelle*, nous rappelons que le document est destiné à un **usage strictement personnel**. Les "analyses et les courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, pédagogique, scientifique ou d'information" sont autorisées sous réserve de mentionner les noms de l'auteur et de la source (article L. 122-4 du *Code de la propriété intellectuelle*). Toute autre représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit, est illicite.

De ce fait, nous vous rappelons notamment que, **sauf accord explicite** de l'auteur de la thèse ou du mémoire, **vous n'êtes pas autorisé** à rediffuser ce document sous quelque forme que ce soit (impression papier, transfert par voie électronique, ou autre). Tout contrevenant s'expose aux peines prévues par la loi.

NANTES UNIVERSITÉ

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année : 2022

N°

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

RADIOLOGIE ET IMAGERIE MÉDICALE

par

Théophane TROCHU

Présentée et soutenue publiquement le 23 mai 2022

**PERFORMANCES DIAGNOSTIQUES DE L'ENTÉRO-IRM 3.0 TESLA
POUR LA DÉTECTION DES ATTEINTES ENDOMÉTRIOSIQUES DIGESTIVES
SUPRA-SIGMOÏDIENNES**

Président : Monsieur le Professeur Éric FRAMPAS

Directeur de thèse : Madame le Docteur Valérie LAIGLE-QUÉRAT

Remerciements

À Monsieur le Professeur Éric Frampas, pour m'avoir fait l'honneur de présider cette thèse.

À Messieurs les Professeurs Stéphane Ploteau et Guillaume Meurette, pour avoir accepté de faire partie de mon jury.

À Monsieur le Professeur Pascal Rousset, pour avoir accepté d'assister à ma soutenance.

À Valérie, pour m'avoir proposé ce travail, m'avoir fait confiance pour le traiter et pour ton investissement.

À Claire, pour ta contribution, pour toutes ces relectures.

À Aurélie, pour votre grande aide pour les statistiques.

À Alizé, pour ton aide précieuse pour ce travail, pour ton soutien et ton amitié.

À Arthur, pour m'avoir guidé sur le difficile exercice d'écriture d'un article, pour nos conversations lors de nos longues embolisations.

À Renan, pour ton soutien, ton écoute, pour tout le temps passé en salle à tes côtés. Pour toutes les idées à venir.

À Frédéric, pour toutes ces veines recanalisées et toutes ces varices sclérosées. Pour ta confiance pour la suite.

À Christophe, pour ta singularité, ta pédagogie minutieuse et ta compréhension.

À Hubert, pour votre attention, votre enthousiasme et votre figure encourageante.

À tous les autres membres du service de radiologie centrale et de radiologie interventionnelle de l'Hôtel-Dieu, du service de neuroradiologie, du service de radiologie interventionnelle de l'ICO Gauducheau, du service de radiologie du CH de Saint-Nazaire et du service de rhumatologie du CHU de Nantes. Merci pour votre investissement dans ma formation et pour le plaisir passé à vos côtés, médecins, manipulateurs, aides-soignants et autres personnels hospitaliers.

À tous les membres du service de radiologie du CHU de Rennes, pour votre accueil chaleureux et votre formation.

À tous les membres du service de radiologie A de l'Hôpital Cochin. Sandra, Églantine, Emma, Gaël, Souhail, Fabrice, Séverine, Mathilde, Alexandre, Raphaël, Anthony, Philippe, Joëlle, Angèle, Ammar, Marwa, Nicolas, Quentin, Mohamed, Samuel, Félix, Thibault, Leïla. Guillaume et Marie-Pierre, merci beaucoup pour votre très grande et très inspirante pédagogie, merci pour votre confiance.

Emma, merci pour ta petite touche irlandaise dans cet article et pour tous ces Oh God.

À mes amis et aux autres.

À ma famille.

Table des matières

1. Introduction	5
2. Matériel et méthode	8
2.1. Design de l'étude.....	8
2.2. Objectifs	9
2.3. Protocole d'acquisition de l'entéro-IRM.....	9
2.4. Analyse des images	11
2.5. Évaluation de la tolérance	14
2.6. Chirurgie.....	14
2.7. Collecte des données et analyses statistiques	14
3. Résultats	15
3.1. Caractéristiques des patientes.....	15
3.2. Résultats chirurgicaux	19
3.3. Résultats de l'entéro-IRM	19
3.4. Évaluation de la tolérance	20
4. Discussion	22
Bibliographie.....	27
Manuscrit pour publication (anglais).....	32

Performances diagnostiques de l'entéro-IRM 3.0 Tesla pour la détection des atteintes endométriosiques digestives supra-sigmoïdiennes

1. Introduction

L'endométriose est une maladie bénigne touchant 7 à 10% des femmes, et serait symptomatique chez 3% des femmes en âge de procréer [1]. Elle correspond à la présence de tissu endométrial à l'extérieur de la cavité utérine et il en existe trois grands types : l'endométriose superficielle (ou péritonéale) qui correspond à des implants endométriosiques accolés au feuillet péritonéal et non invasifs, l'endométriose ovarienne qui comprend des implants nodulaires et des kystes endométriosiques appelés endométriomes, et l'endométriose pelvienne profonde (ou sous-péritonéale) qui est définie par une infiltration endométriosique de plus de 5 mm de profondeur dans l'espace sous-péritonéal [2].

L'endométriose peut être responsable de symptômes douloureux, comme des dysménorrhées, des dyspareunies profondes, des douleurs pelviennes et des troubles digestifs [3,4]. Elle peut également induire des troubles de la fertilité : elle est retrouvée dans une proportion significative dans la population de patientes infertiles estimée de 20 à 50% [5]. Il n'existe pas de concordance entre la symptomatologie, la qualité de vie des patientes et la sévérité de l'atteinte évaluée en imagerie ou cœlioscopie, rendant difficile le développement d'une classification et d'un algorithme de prise en charge [6,7].

L'atteinte du compartiment postérieur est la localisation la plus fréquente de l'endométriose pelvienne profonde (EPP), le plus souvent localisée au septum recto-vaginal, au torus utérin, aux ligaments utéro-sacrés et au cul-de-sac vaginal postérieur. Une atteinte des trompes, des uretères, des ligaments ronds, du cul-de-sac vésico-utérin et de la vessie peut également être présente. Par ailleurs, une atteinte digestive peut exister et elle est l'une des localisations les plus sévères de l'EPP. Elle est retrouvée chez 23 à 56% des femmes ayant eu un traitement chirurgical [8-10]. La localisation digestive la plus fréquente est la jonction recto-

sigmoïdienne, présente dans 32 à 67 % des cas. Les autres localisations sont, par ordre de fréquence, le sigmoïde (18-45 %), l'iléon (5-17 %), l'appendice (5-7 %) et le caecum (4-6 %). Elle apparaît multifocale dans 55% des cas et il semblerait que 28% des atteintes recto-sigmoïdiennes soient associées une atteinte iléo-caecale [9].

Outre son caractère œstrogéno-dépendant, la physiopathologie de l'endométriose n'est pas formellement établie. Le principal mécanisme retenu est celui de la menstruation rétrograde proposée par Sampson en 1927 [11], avec toutefois de nouvelles données scientifiques suggérant qu'il s'agit d'une maladie multifactorielle, avec notamment une altération fonctionnelle des cellules endométriales eutopiques qui, *in vitro*, ont une prolifération et une implantation plus rapides que les cellules endométriales de femmes non atteintes d'endométriose [12]. Plus récemment, plusieurs études ont également permis d'appuyer un facteur environnemental ainsi qu'un facteur génétique et épigénétique dans la maladie [13-15].

Concernant la localisation des atteintes intra-péritonéales, il a été montré que les atteintes superficielles se trouvent préférentiellement dans le segment postérieur du pelvis et à gauche [16-19]. Les atteintes ovariennes sont également plus fréquentes à gauche [17,20]. Certaines publications ont aussi montré des localisations préférentielles de l'EPP : le segment postérieur dans le pelvis et le côté droit à l'étage abdominal [10,21,22]. Ces localisations préférentielles, aussi bien de l'endométriose superficielle que profonde, s'expliquent d'abord par la pesanteur, qui justifie notamment que les localisations pelviennes sont nettement plus fréquentes que les localisations abdominales et qu'elles atteignent principalement le cul-de-sac de Douglas, plus bas situé que le cul-de-sac vésico-utérin [23]. D'autre part, la latéralité gauche à l'étage pelvien et droite à l'étage abdominal peuvent s'expliquer par le flux péritonéal développé par les variations de pression liées aux mouvements diaphragmatiques et la gravité ainsi que par les rapports anatomiques des organes intra-péritonéaux et leurs attaches qui dirigent ce flux [24]. Les quatre régions principales qui présentent un ralentissement voire un arrêt du flux péritonéal identifiées par Meyers lors d'études d'analyse du flux péritonéal et de la dissémination métastatique intra-péritonéale sont : (i) le pelvis et particulièrement le cul-de-sac de Douglas ; (ii) la fosse iliaque droite (jonction iléo-caecale) ; (iii) la face supérieure du mésosigmoïde ; (iv) la gouttière pariéto-colique droite [25]. La proximité entre le côlon sigmoïde et l'annexe gauche crée une barrière et un ralentissement du liquide péritonéal dans cette région qui peut favoriser l'implantation des cellules endométriales ectopiques. Cette

barrière « sigmoïdo-annexielle » pourrait également expliquer que l'atteinte endométriosique du plexus sacré et du nerf sciatique est moins fréquente à gauche qu'à droite car elle protégerait la poche péritonéale d'Allen-Masterson à gauche et limiterait donc l'implantation de cellules endométriales ectopiques [26].

D'autres hypothèses ont été énoncées, comme la cause métaplasique cœlomique, la théorie métastatique lymphatique et vasculaire, ou la théorie des cellules souches, qui pourraient expliquer certaines localisations extra-pelviennes non expliquées par la théorie des menstruations rétrogrades [27].

La prise en charge de l'EPP peut être médicale ou chirurgicale. Il est encore incertain que le traitement médical, uniquement suspensif, permette de prévenir l'instauration d'un syndrome douloureux chronique. Toutefois, le consensus de 2013 de la Société mondiale sur l'Endométriose recommande cette prise en charge médicale initiale, avec l'introduction d'antalgiques de palier 1, notamment d'anti-inflammatoires non stéroïdiens, et d'une contraception œstro-progestative ou des traitements progestatifs ayant des indications spécifiques dans l'endométriose. En deuxième intention, les analogues de la GnRH (Gonadotropin Releasing Hormon) ou un dispositif intra-utérin au levonorgestrel peuvent être utilisés, ainsi que des antalgiques opioïdes [7,27]. Le traitement chirurgical fait preuve d'une bonne efficacité sur les symptômes douloureux, surtout lors de la première chirurgie [28]. La cœlioscopie thérapeutique est également recommandée dans les troubles de fertilité après échec de fécondation *in vitro* [27]. Concernant les atteintes rectales et sigmoïdiennes, le traitement médical est recommandé en première intention du fait des risques importants liés à la chirurgie, qui elle pourra être réalisée après une concertation multidisciplinaire en cas d'échec du traitement médical [7,27].

L'efficacité de la chirurgie sur les douleurs, la qualité de vie et le risque de récurrence semble fortement liée à l'exérèse totale des lésions, c'est pourquoi un bilan exhaustif pré-opératoire de l'extension de l'EPP est nécessaire [29,30]. L'examen de première intention dans le diagnostic positif de l'EPP est l'échographie par voie endovaginale qui reste l'examen le plus accessible et qui présente de bonnes performances pour la détection de lésions endométriosiques [31]. Elle est l'examen de choix pour la caractérisation des endométriomes et semble intéressante pour détecter des lésions rectales [9]. Cependant, l'imagerie par

résonnance magnétique (IRM) pelvienne présente de meilleures sensibilité et spécificité pour l'extension pelvienne de l'EPP et est bien moins dépendante de l'expérience de l'opérateur, ce qui lui confère une place clé dans le diagnostic positif et dans le bilan pré-chirurgical [32]. Cet examen est néanmoins peu performant pour détecter les lésions digestives supra-sigmoïdiennes, particulièrement de la région iléo-caecale. Il a donc été suggéré de réaliser une exploration digestive dédiée lorsqu'une atteinte recto-sigmoïdienne est découverte sur l'IRM pelvienne [35]. Différents examens d'imagerie peuvent être utilisés pour l'exploration digestive : le colo-scanner avec opacification colique rétrograde à l'eau, l'entéro-scanner avec entéroclyse, la colo-IRM ou l'entéro-IRM (EMR) [34-37]. Chez ces patientes en âge de procréer, qui pour certaines présentent préalablement des troubles de la fertilité, l'IRM paraît une meilleure option que le scanner car elle n'est pas irradiante. De plus, pour une exploration iléale optimale, l'EMR semble plus adaptée que la colo-IRM puisque la colonne d'opacification hydrique rétrograde ne passe pas systématiquement la valvule iléo-caecale. L'opacification antérograde présente également l'intérêt d'être une opacification dite plus physiologique et évite la mise en place d'une canule intra-rectale au contact d'une atteinte digestive postérieure souvent très douloureuse pour les patientes. C'est dans ce contexte qu'est réalisée au CHU de Nantes, depuis 2018, une exploration digestive par EMR 3.0 Tesla chez les patientes ayant une indication chirurgicale pour la prise en charge d'une EPP avec atteinte recto-sigmoïdienne à la recherche d'une atteinte digestive supra-sigmoïdienne.

L'objectif de cette étude a été de déterminer les caractéristiques diagnostiques et la tolérance de l'EMR 3.0 Tesla pour l'atteinte digestive endométriosique supra-sigmoïdienne chez ces patientes.

2. Matériel et méthode

2.1. Design de l'étude

Il s'est agi d'une étude diagnostique non interventionnelle prospective monocentrique réalisée au Centre hospitalo-universitaire de Nantes, au sein du service de radiologie en collaboration avec le service de gynécologie-obstétrique. Elle a été homologuée Méthodologie

de Référence MR004 de la Commission nationale de l'Informatique et des Libertés et a reçu un avis favorable du Groupe nantais d'Éthique dans le Domaine de la Santé (19/07/2019).

L'ensemble des patientes qui ont eu une EMR avant prise en charge chirurgicale d'une EPP avec atteinte recto-sigmoïdienne ont été recrutées le jour de l'examen, ou si une atteinte digestive supra-sigmoïdienne avait été suspectée sur l'IRM pelvienne. Les patientes ont été incluses si elles étaient majeures sans protection juridique, sans grossesse en cours, avaient donné leur accord oral pour participer à cette étude et n'avaient pas de contre-indication à l'IRM. L'indication de l'EMR a été posée en réunion de concertation multidisciplinaire avec présence de l'équipe de chirurgie gynécologique et de radiologie.

2.2. Objectifs

L'objectif principal de l'étude a été de déterminer les performances diagnostiques de l'EMR 3.0 Tesla pour la détection des atteintes digestives endométriosiques supra-sigmoïdiennes chez les patientes ayant une EPP avec atteinte digestive recto-sigmoïdienne. Les paramètres calculés ont été la sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive, la valeur prédictive négative et la précision.

Les objectifs secondaires de l'étude ont été (i) l'évaluation de la concordance inter-observateur mesurée par le kappa de Fleiss et (ii) l'évaluation de la tolérance de l'examen mesurée selon les réponses à un questionnaire.

2.3. Protocole d'acquisition de l'entéro-IRM

Les patientes ont suivi un régime sans résidu pendant 3 jours avant l'examen et ont été mises à jeun pendant au moins 6h avant l'examen. Trente à 45 minutes avant l'installation dans la machine d'IRM, les patientes ont bu 1,5 litres d'une solution hydrique au mannitol diluée à 5%, avec une ampoule de métoclopramide afin de limiter les nausées. Une injection intraveineuse de 1 mg de glucagon a été réalisée juste avant le début de l'acquisition et une seconde injection intraveineuse de 1 mg de glucagon a été réalisée juste avant l'injection de produit de contraste. Le glucagon n'était pas utilisé chez les patientes diabétiques, substitué alors par 160 mg de phloroglucinol en comprimés 20 minutes avant le début de l'examen.

Toutes les acquisitions ont été réalisées en procubitus avec une IRM Philips Ingenia (Philips Healthcare, mise en service 01/05/2015) ayant un champ magnétique de 3.0 Tesla et avec une antenne abdominale multi-canaux XL Torso (Philips Healthcare). Les séquences réalisées ont été : séquences de repérage, séquences axiale et coronale T2 synchronisées avec la respiration, coronale T1 Dixon en apnée, axiale et coronale T1 Dixon sur l'abdomen et le pelvis en apnée après injection de chélate de gadolinium à un temps portal. Les coupes diaphragmatiques ont été incluses dans le champ d'acquisition de la séquence coronale T1 Dixon avant injection. La durée totale de l'examen était d'environ 15 minutes. Les paramètres d'acquisition des différentes séquences sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 1.

Paramètres d'acquisition des différentes séquences de l'entéro-IRM 3.0 Tesla.

Paramètres	Axial T2	Coronal T2	Coronal T1 Dixon	Coronal T1 Dixon avec injection	Axial T1 Dixon avec injection
Type de séquence	<i>SSH-TSE</i>	<i>SSH-TSE</i>	<i>3D FFE</i>	<i>3D FFE</i>	<i>3D FFE</i>
Temps de répétition (ms)	<i>895</i>	<i>1033</i>	<i>4.9</i>	<i>4.9</i>	<i>4</i>
Temps d'écho (ms)	<i>90</i>	<i>80</i>	<i>1.93</i>	<i>1.93</i>	<i>1.41</i>
Matrice	<i>428x346</i>	<i>252x282</i>	<i>200x241</i>	<i>200x241</i>	<i>316x313</i>
Angle de basculement (degré)	<i>90</i>	<i>90</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>
Nombre de répétition	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
Facteur SENSE	<i>2.5</i>	<i>3</i>	<i>2.5</i>	<i>2.5</i>	<i>3</i>
Épaisseur de coupe (mm)	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>3.6</i>
Intervalle inter-coupe (mm)	<i>0.5</i>	<i>0.5</i>	<i>-2</i>	<i>-2</i>	<i>-1.8</i>
Champs de vision (mm)	<i>300x300</i>	<i>250x383</i>	<i>250x350</i>	<i>250x350</i>	<i>380x380</i>
Temps d'acquisition (s)	<i>210</i>	<i>90</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>17</i>

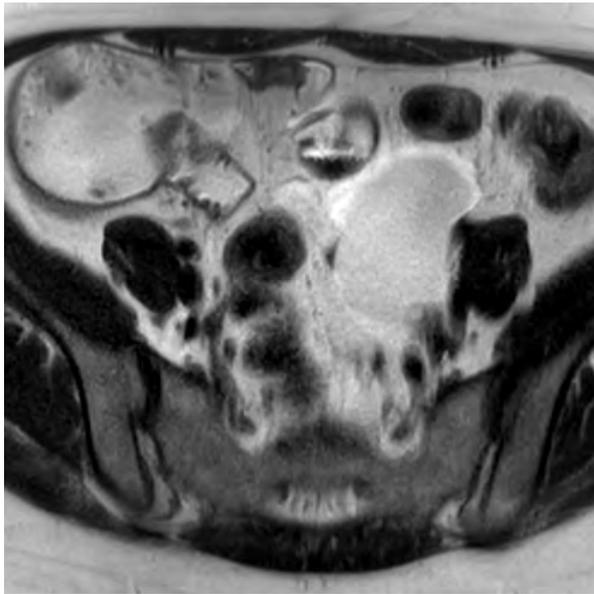
Note. SSH-TSE indique une séquence ultra fast spin-echo, 3D FFE indique une séquence 3 dimensions écho de gradient, SENSE indique sensitivity encoding, ms indique milliseconde, mm indique millimètre, s indique seconde.

2.4. Analyse des images

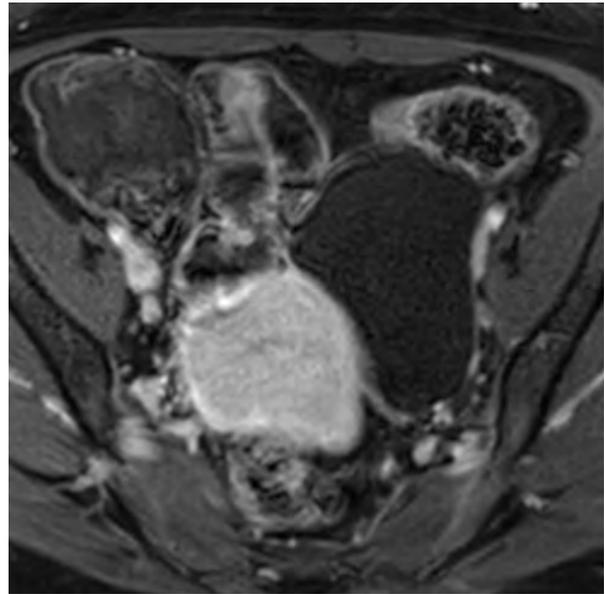
Toutes les EMR ont été analysées sur une console de radiologie avec un système d'archivage et de transmission d'images (Carestream Vue, Carestream Health). Toutes les interprétations ont été faites en aveugle, hormis concernant l'antécédent d'appendicectomie et la suspicion d'EPP avec atteinte recto-sigmoïdienne sur l'IRM pelvienne.

Pour chaque examen, trois interprétations indépendantes ont été faites par deux radiologues spécialisés en imagerie de la femme (lecteur 1 et lecteur 2) et par un radiologue junior (lecteur 3). Les lecteurs 1 et 2 avaient chacun dix années d'expérience en imagerie de la femme et le lecteur 3 avait quatre années d'expérience en radiologie générale sans expérience en imagerie de la femme mais s'était préalablement formé à l'interprétation de l'EMR par l'analyse rétrospective de 40 examens réalisés localement entre 2018 et 2019.

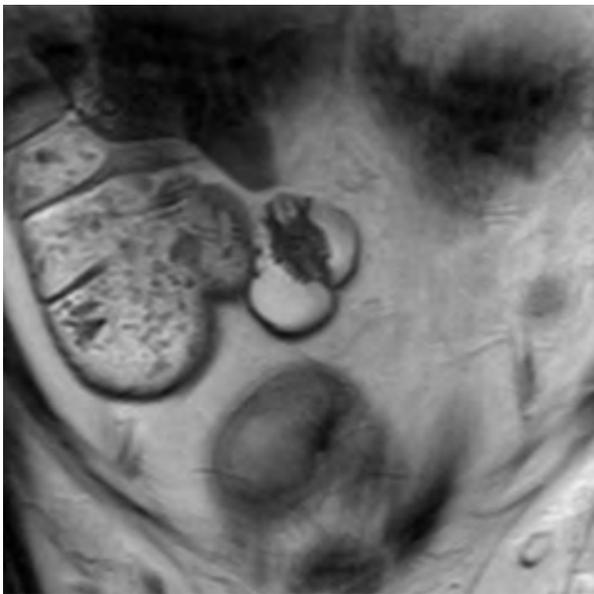
Une atteinte digestive endométriosique a été définie par un épaississement nodulaire de la paroi digestive présentant un isosignal ou hyposignal par rapport au myomètre sur la séquence T2 et un rehaussement sur les séquences T1 Dixon avec injection de chélate de gadolinium [37] (figures 1 et 2). L'analyse du tube digestif a été structurée par une segmentation modifiée de Chapron *et al.* utilisée dans l'étude des atteintes digestives de l'endométriose, avec l'analyse de l'intestin grêle, la jonction iléo-caecale, l'appendice, le caecum, le côlon droit, le côlon transverse et le côlon gauche [10]. Le côlon sigmoïde a été exclu de l'analyse car ses atteintes sont le plus souvent visibles sur l'IRM pelvienne et que son opacification est généralement de mauvaise qualité en EMR.



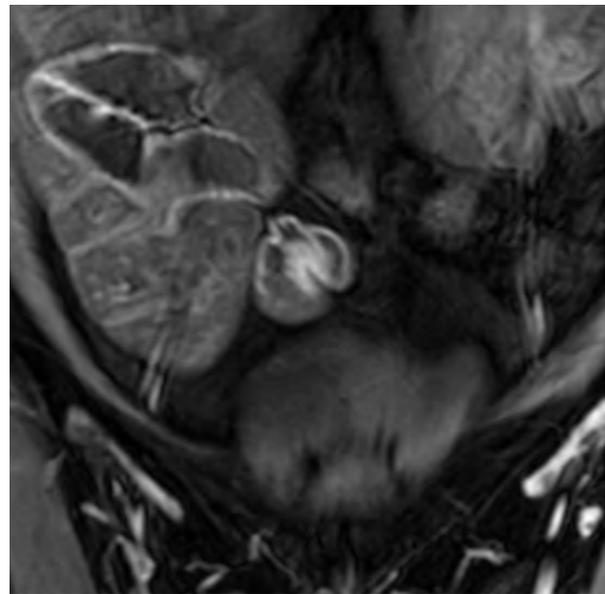
a.



b.



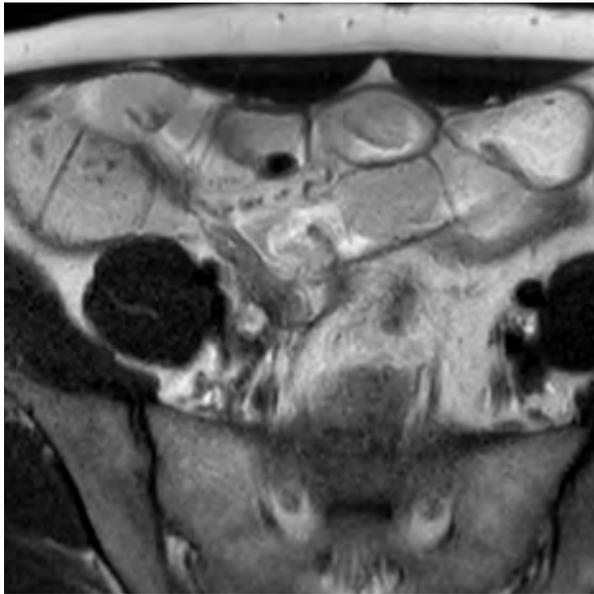
c.



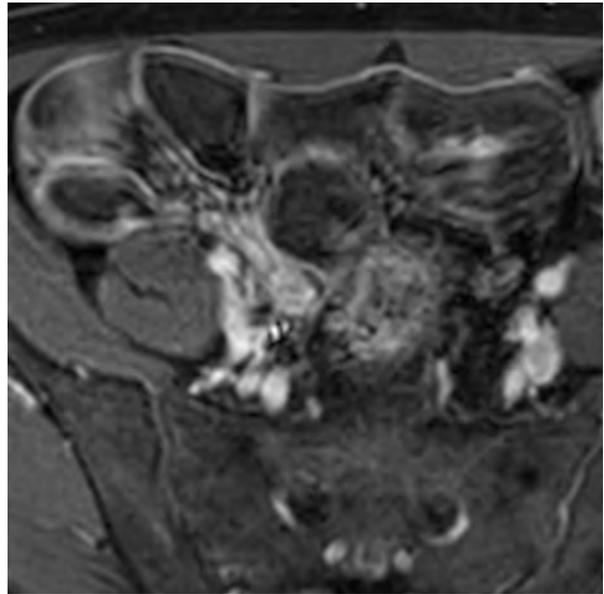
d.

Figure 1. Aspect typique d'atteinte endométriosique digestive iléale.

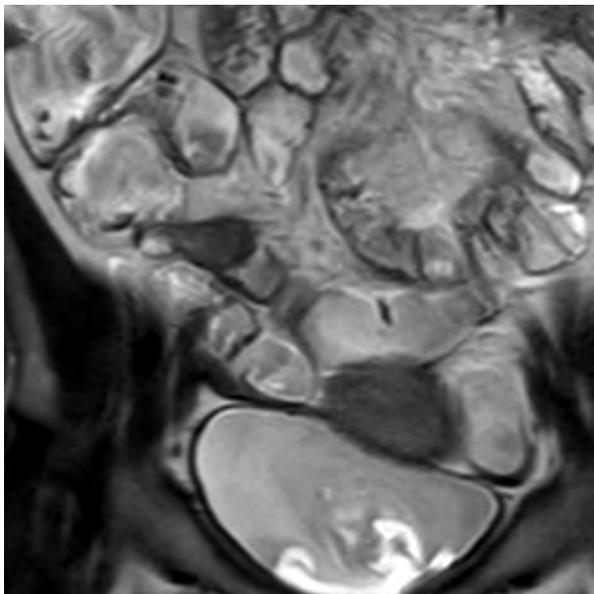
Entéro-IRM avec séquences axiale (a) et coronale T2 (c) et axiale (b) et coronale T1 Dixon après injection de chélate de gadolinium (d). Lésion nodulaire endométriosique pariétale digestive de l'iléon distal présentant un aspect rétractile, un hyposignal sur la séquence T2 et un rehaussement homogène sur la séquence T1 Dixon après injection de produit de contraste.



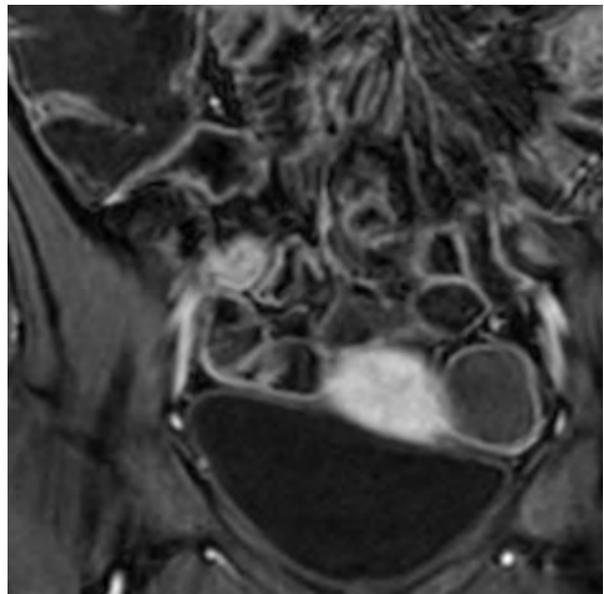
a.



b.



c.



d.

Figure 2. Aspects typiques d'atteintes endométriosiques appendiculaires.

Entéro-IRM avec séquences axiale T2 (a) et axiale T1 Dixon après injection de chélate de gadolinium (b) mettant en évidence chez une patiente une atteinte endométriosique appendiculaire sous la forme d'un épaissement diffus de la paroi de l'appendice avec un hyposignal sur la séquence T2 et un rehaussement homogène sur la séquence T1 Dixon après injection de produit de contraste. Chez une autre patiente, entéro-IRM avec séquences coronale T2 (c) et coronale T1 Dixon après injection de chélate de gadolinium (d) mettant en évidence une atteinte appendiculaire nodulaire.

2.5. Évaluation de la tolérance

Dans les suites immédiates de l'EMR, les patientes ont répondu à un questionnaire afin d'évaluer la tolérance à l'examen. Ce questionnaire comportait quatre questions simples sur (i) l'expérience de la patiente concernant l'ingestion de la solution hydrique, (ii) les éventuels symptômes digestifs engendrés, (iii) l'environnement (espace restreint dans l'IRM, bruit) et (iv) l'expérience de manière globale. Les réponses étaient basées sur une échelle de Likert (échelle graduée sémantique à 5 items) qui avait été développée par Keedy *et al.* pour l'évaluation de la tolérance du colo-scanner [38,39].

2.6. Chirurgie

La prise en charge chirurgicale de l'EPP a été réalisée par laparoscopie ou laparotomie par un chirurgien spécialisé conjointement avec un chirurgien digestif pour le traitement des atteintes digestives. Ils avaient été informés des résultats de l'EMR. Lorsqu'une atteinte urétérale avait été suspectée lors du bilan pré-opératoire, un examen tomodensitométrique dédié avec exploration des voies excrétrices avait pu être réalisé et une sonde JJ avait pu être mise en place par un urologue avant la chirurgie. Après une exploration exhaustive de l'abdomen, de l'intestin, des coupes diaphragmatiques et du pelvis, une exérèse maximaliste de l'endométriose a été entreprise et les atteintes digestives ont été traitées par shaving, exérèse discoïde ou segmentectomie avec, dans certains cas, la réalisation d'une iléostomie. Une atteinte digestive endométriosique a été déterminée par une induration nodulaire de la paroi digestive associée à une déformation rétractile. Le diagnostic formel d'endométriose a été fait lors de l'étude anatomopathologique des pièces d'exérèse.

2.7. Collecte des données et analyses statistiques

Les données ont été collectées anonymement et prospectivement, et elles ont été stockées sur le logiciel Excel (Microsoft). Elles incluaient des données démographiques des patientes, leurs antécédents, l'évaluation de leurs douleurs et qualité de vie, ainsi que les différentes interprétations des EMR et les résultats d'exploration chirurgicale.

L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel SAS 9.4 Software (SAS Institute Inc., SAS Campus Drive, Cary, North Carolina, USA). Les variables continues ont été exprimées en moyenne \pm déviation standard (DS) ou médiane [écart interquartile], et les variables catégorielles en utilisant des valeurs absolues et des pourcentages. Les performances diagnostiques ont été calculées avec un intervalle de confiance à 95%. Pour les analyses univariées, la comparaison des données quantitatives a été réalisée par un test de comparaison de médiane de Wilcoxon Mann Whitney et celle des données qualitatives par un test de Fisher. Une valeur $p < 0.05$ a été considérée statistiquement significative. La concordance inter-observateur a été calculée selon la méthode de Fleiss [40,41].

3. Résultats

3.1. Caractéristiques des patientes

Toutes les patientes qui ont eu une EMR pré-chirurgicale dans notre centre entre septembre 2019 et juillet 2021 ont été sélectionnées. Aucune patiente n'a répondu à un critère d'exclusion. Au total, 48 patientes ont été incluses (figure 3), parmi lesquelles 3 n'ont pas répondu au questionnaire permettant de recenser leurs données médicales générales et 5 n'ont pas répondu au questionnaire évaluant la tolérance de l'examen. L'âge médian a été de 36 ans. Vingt-trois (51%) patientes avaient au moins un antécédent de chirurgie pour prise en charge d'une endométriose quelle qu'elle soit, dont 2 avec exérèse d'une atteinte digestive : une patiente avait eu une résection de la charnière recto-sigmoïdienne et une avait eu un shaving rectal. Une patiente avait eu une colectomie gauche pour prise en charge d'une diverticulite perforée. Sept (16%) patientes avaient un antécédent d'appendicectomie, toutes pour prise en charge d'une appendicite aiguë non liée à une atteinte endométriosique. Les données démographiques sont résumées dans le tableau 2.

Une IRM pelvienne était disponible pour 47/48 patientes, dont les données sont résumées dans la figure 4. Quarante et une (87%) patientes avaient une atteinte ovarienne, 10 (21%) une adénomyose interne, 9 (19%) une atteinte du compartiment antérieur. Toutes les patientes avaient une atteinte du compartiment postérieur avec atteinte rectale ou sigmoïdienne, hormis une patiente chez qui il n'existait pas d'atteinte du compartiment postérieur ni d'atteinte

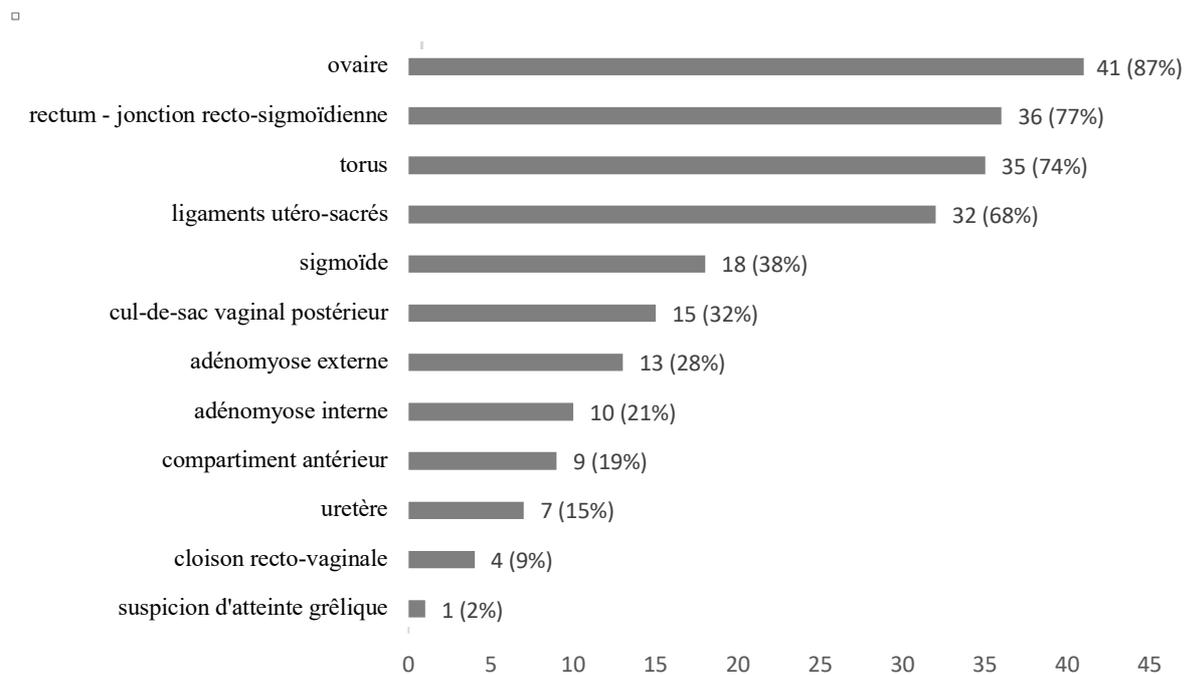
rectale ou sigmoïdienne, mais chez qui avait été suspectée une atteinte grêlique sur l'IRM pelvienne (figure 5).

Figure 3.

Diagramme de flux de la sélection des patientes pour le calcul du critère principal.

Figure 4.

Localisations des atteintes endométriosiques sur les IRM pelviennes de 47 patientes ayant eu une entéro-IRM pré-chirurgicale pour endométriose pelvienne profonde avec atteinte digestive.



Note. Plusieurs atteintes possibles chez une même patiente.

Tableau 2.

Caractéristiques démographiques de 45 patientes ayant eu une entéro-IRM pré-chirurgicale pour endométriose pelvienne profonde avec atteinte digestive.

Variable	
Age (années)*	36 [31;38]
Taille (m)*	1.65 [1.65;1.69]
Poids (kg)*	66 [58;74]
IMC (kg/m ²)*	23 [21;27]
Age des premières règles (années)*	13 [12;13]
Troubles de la fertilité	30 (67%)
Traitement hormonal	
<i>Pilule œstro-progestative continue</i>	16 (36%)
<i>Pilule œstro-progestative séquentielle</i>	1 (2%)
<i>Dispositif intra-utérin au levonorgestrel</i>	1 (2%)
<i>Analogues de la GnRH</i>	5 (11%)
Antécédent de chirurgie d'endométriose	23 (51%)
Antécédent d'exérèse digestive autre qu'appendiculaire	3 (7%)
Antécédent d'appendicectomie (non liée à l'endométriose)	7 (16%)
Symptômes	
<i>Dysménorrhée</i>	41 (91%)
<i>Douleur abdominale</i>	38 (84%)
<i>Douleur pelvienne chronique</i>	35 (78%)
<i>Constipation</i>	35 (78%)
<i>Douleur à la défécation</i>	34 (76%)
<i>Diarrhée</i>	34 (76%)
<i>Dyspareunie</i>	29 (64%)
<i>Nausée - vomissement</i>	28 (62%)
<i>Douleur mictionnelle</i>	15 (33%)
<i>Hématurie</i>	8 (18%)
Échelle numérique de la douleur sur 10	
<i>Moyenne ± DS</i>	6.9 ± 2.4
<i>Médiane [EI]</i>	7 [6;9]
<i>[min-max]</i>	[0;10]
EHP5	
<i>Moyenne ± DS</i>	520 ± 184
<i>Médiane [EI]</i>	550 [375;625]
<i>[min-max]</i>	[200;975]
Prise d'antalgiques	
<i>Palier 1</i>	36 (80%)
<i>Palier 2</i>	10 (22%)
<i>Palier 3</i>	3 (7%)

Note. IMC indique l'index de masse corporelle ; GnRH indique la Gonadotropin releasing hormon ; EHP5 indique le questionnaire de qualité de vie Endometriosis health profile 5.

*Données en médiane [écart interquartile].

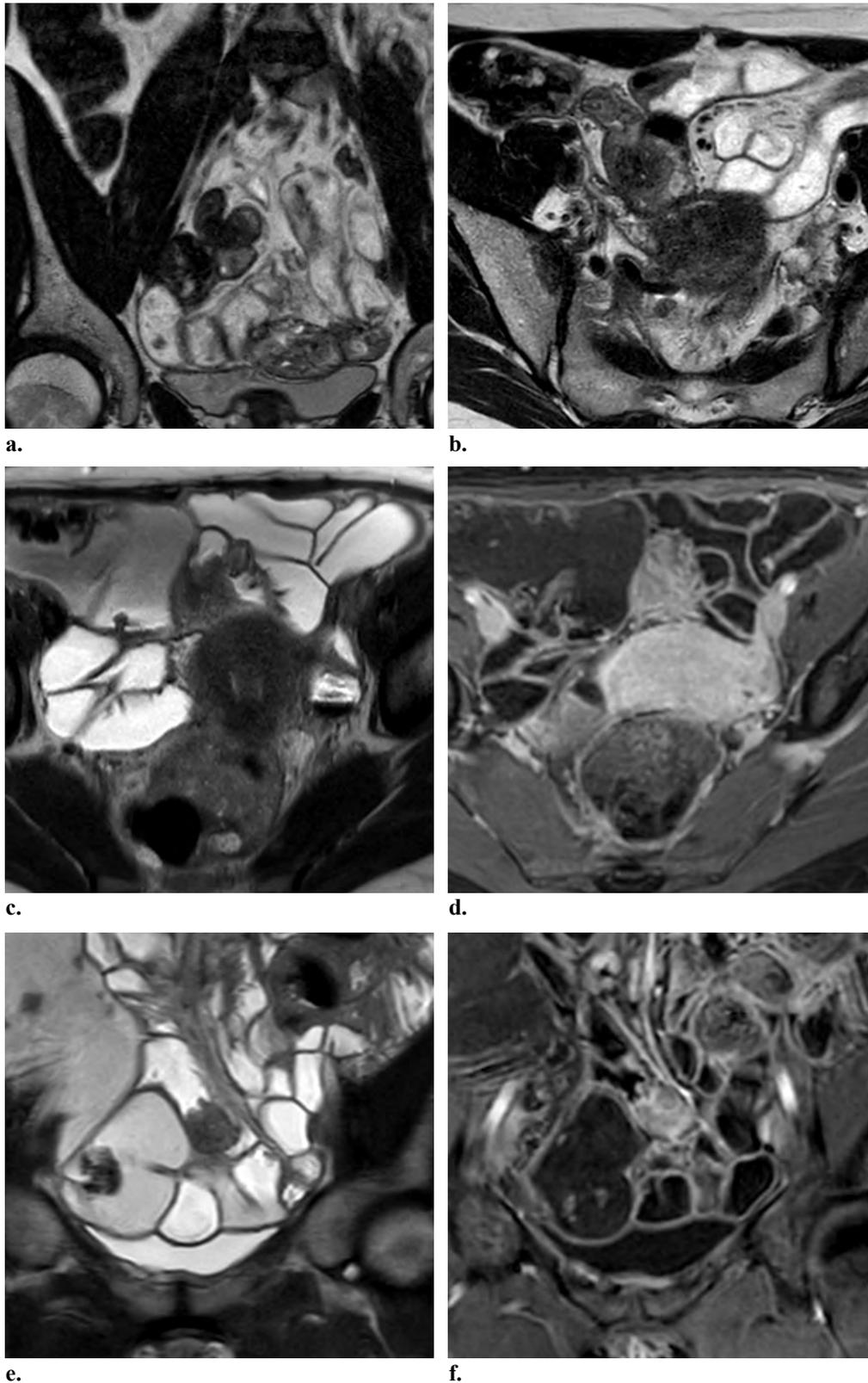


Figure 5. Cas d'une atteinte endométriosique digestive iléale suspectée sur l'IRM pelvienne sans atteinte recto-sigmoïdienne.

IRM pelvienne avec séquences coronale (a) et axiale T2 (b) sur laquelle a été suspectée une atteinte iléale isolée devant un épaissement pariétal iléal focal légèrement hypointense par rapport au reste de la paroi digestive. Entéro-IRM avec séquences axiale et coronale T2 (c,e) et axiale et coronale Dixon après injection de chélate de gadolinium (d,f) mettant mieux en évidence l'épaississement pariétal iléal nodulaire et rétractile avec un hyposignal T2 et un rehaussement homogène.

3.2. Résultats chirurgicaux

Onze patientes n'ont pas eu de chirurgie pendant la période de l'étude, soit parce qu'il a finalement été décidé en réunion de concertation multidisciplinaire de ne pas la réaliser, que la patiente ne la souhaitait plus ou qu'elle n'était pas programmée pendant la période de l'étude. Trente-six patientes sur 48 (75%) patientes ont eu une chirurgie, dont 6 avaient un antécédent d'appendicectomie. Au total, 246 segments digestifs supra-sigmoïdiens ont été explorés. Trente-quatre chirurgies (94%) ont été réalisées par cœlioscopie sans transformation en laparotomie et 2 (6%) par laparotomie d'emblée. Une atteinte digestive endométriosique supra-sigmoïdienne a été identifiée chez 7 (19%) patientes. Neuf (3%) segments digestifs supra-sigmoïdiens ont présenté une atteinte endométriosique, avec 11 lésions identifiées : 6 (55%) lésions iléales, 3 (27%) lésions appendiculaires, et 2 (18%) lésions de la jonction iléo-caecale. Une patiente a présenté une atteinte multiple supra-sigmoïdienne, avec une lésion de la valvule iléo-caecale et 4 lésions iléales. Sur les 11 lésions digestives supra-sigmoïdiennes, 9 (82%) ont été traitées par segmentectomie et 2 (18%) par exérèse discoïde. Toutes les suspicions d'atteinte endométriosique digestive supra-sigmoïdiennes réséquées ont été confirmées par étude histologique.

3.3. Résultats de l'entéro-IRM

Le délai médian entre l'EMR et la chirurgie a été de 241 [125;405] jours. Deux patientes ont eu un examen incomplet, sans injection de produit de contraste : une du fait d'une intolérance importante à l'examen, une du fait d'une notion d'allergie au produit de contraste. Vingt (42%) examens ont été de très bonne qualité, 14 (29%) de bonne qualité, 13 (27%) de qualité moyenne et 1 (2%) non interprétable (lecteur 1). L'appendice a été visualisé chez 19/41 (46%) des patientes sans antécédent d'appendicectomie (lecteur 1). L'analyse univariée n'a pas identifié d'association entre la qualité de l'EMR et la non visualisation de l'appendice. Au total, 235 segments ont été analysés.

Le lecteur 1 spécialiste a décrit 8/9 atteintes endométriosiques et une atteinte de deux segments qui n'en avaient pas : une atteinte de l'iléon distal et une atteinte du côlon descendant. L'unique atteinte qu'il n'a pas décrit a été une atteinte appendiculaire chez une patiente dont l'appendice n'avait pas été identifié sur l'EMR. Ses performances diagnostiques, calculées sur

le nombre total de segments explorés chirurgicalement (appendices non vus sur l'EMR inclus) ont été les suivantes : sensibilité de 88.9% [51.8%;99.7%], spécificité de 99.2% [97%;99.9%], valeur prédictive positive de 80.0% [49.7%;94.2%] et valeur prédictive négative de 99.6% [97.7% ; 99.9%]. Sa précision a été de 98.8% [96.5% ; 99.8%]. Elles sont résumées tableau 3.

Les nombres de vrais positifs, vrais négatifs, faux positifs et faux négatifs ont été les mêmes pour les 3 lecteurs, avec un kappa de Fleiss, qui évalue la concordance entre tous les observateurs, de 0.94 [0.76;1.00].

Tableau 3.

Performances diagnostiques de l'entéro-IRM 3.0 Tesla pour la détection des lésions endométriosiques sur 246 segments digestifs supra-sigmoïdiens explorés.

Paramètres	
Sensibilité	88.9% (8/9) [51.8%;99.7%]
Spécificité	99.2% (235/237) [97%;99.9%]
Valeur prédictive positive	80.0% (8/10) [49.7%;94.2%]
Valeur prédictive négative	99.6% (235/236) [97.7%;99.9%]
Précision	98.8% (243/246) [96.5%;99.8%]

Note. Les performances diagnostiques étaient les mêmes pour les 3 lecteurs, avec un kappa de Fleiss de 0.94. Les chiffres entre parenthèses correspondent aux chiffres utilisés pour le calcul des paramètres. Les chiffres entre crochets correspondent aux intervalles de confiance à 95%.

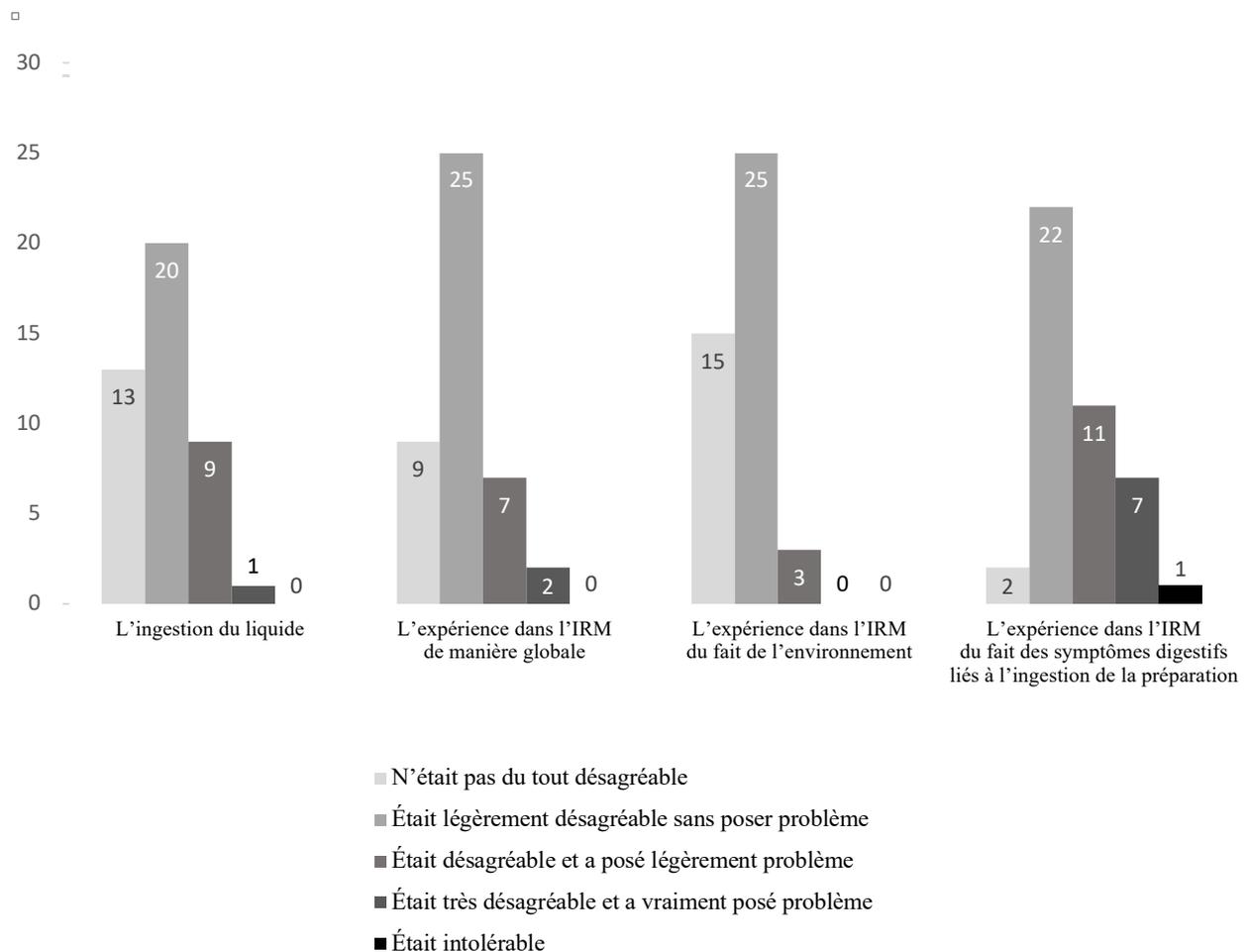
3.4. Évaluation de la tolérance

Sur les 43 patientes qui avaient répondu au questionnaire concernant la tolérance de l'examen, 34 (79%) ont affirmé avoir bien toléré l'examen de manière globale en répondant que l'expérience n'était « pas du tout désagréable » ou « légèrement désagréable sans poser de problème ». L'environnement de la machine d'IRM n'a pas été problématique pour 40/43 (93%) patientes. L'ingestion de la préparation digestive n'a pas été problématique pour 33/43 (77%) patientes et a été très problématique pour 1 patiente. Les symptômes digestifs, pendant

l'examen, liés à la préparation digestive ont été très problématiques pour 7/43 (16%) patientes ; ils ont été intolérables et ont mené à l'interruption prématurée de l'examen pour 1 patiente, qui était la même patiente pour qui l'ingestion avait été très problématique. Les données concernant l'évaluation de la tolérance sont résumées figure 6.

Figure 6.

Évaluation de la tolérance chez 43 patientes ayant eu une entéro-IRM pré-chirurgicale pour endométriose pelvienne profonde avec atteinte digestive.



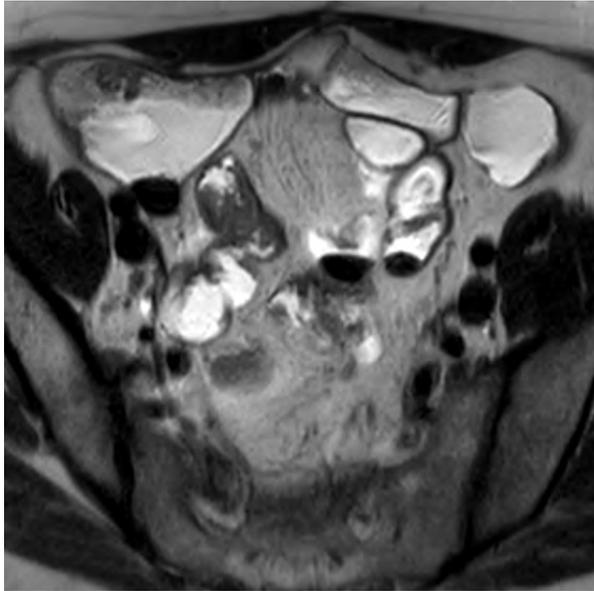
Note. Les ordonnées correspondent au nombre de réponses pour chaque item.

4. Discussion

Notre étude montre de très bonnes performances de l'EMR 3.0 Tesla pour la détection des atteintes endométriosiques digestives supra-sigmoïdiennes dans le cadre du bilan pré-chirurgical de patientes atteintes d'EPP avec atteinte digestive basse. C'est un examen qui paraît bien toléré pour la majorité des patientes.

Sa valeur prédictive négative de 99.6% avec un intervalle de confiance étroit la rend particulièrement intéressante puisqu'elle exclut de façon quasi-certaine une atteinte digestive supra-sigmoïdienne. Cet examen pourrait donc permettre d'éviter une exploration chirurgicale digestive supra-sigmoïdienne, et d'anticiper la non-nécessité d'une iléostomie de décharge, qui est un paramètre important dans la réflexion des médecins et des patientes. Le seul cas où l'EMR a été faussement négative dans notre étude a été lorsque l'appendice n'avait pas été visualisé. Ce cas s'était aussi présenté pour Rousset *et al.* [37]. Leur étude avait également montré de très bonnes performances de cet examen avec des valeurs prédictives négatives similaires mais de meilleures valeurs prédictives positives. Notre valeur prédictive positive de 80.0% est liée à la description de 2 faux positifs pour chaque lecteur. Un faux positif était commun aux 3 lecteurs : il s'est probablement agi de matières organiques intra-luminales de l'iléon distal en hypersignal T1 spontané modéré qui mimaient un épaississement pariétal de l'iléon distal (figure 7). Les autres faux positifs ont été sur l'iléon distal chez une patiente qui avait une première atteinte de la jonction iléo-caecale (lecteurs 2 et 3) et sur le côlon descendant chez une autre patiente (lecteur 1). Les intervalles de confiances plutôt larges de la sensibilité et de la valeur prédictive positive de notre étude nous imposent de nuancer nos résultats quant à ces paramètres diagnostiques.

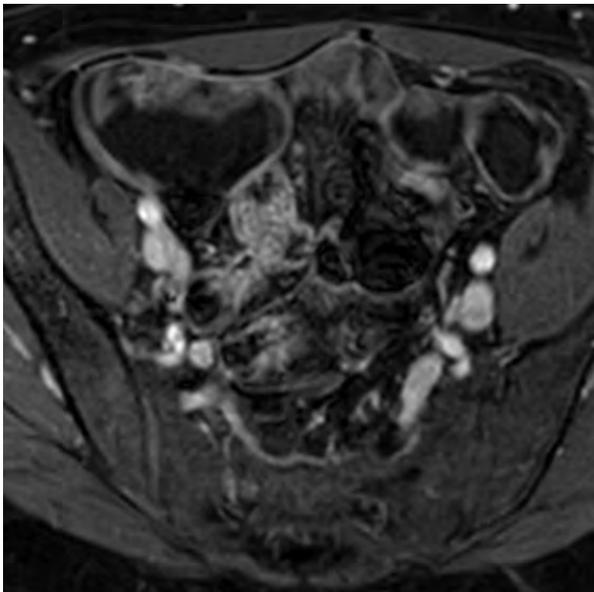
Contrairement à l'étude de Rousset *et al.*, nos lecteurs n'étaient pas tous spécialisés en imagerie abdominale ou pelvienne. En effet, le lecteur 3 était un radiologue junior non spécialisé qui avait seulement eu un apprentissage théorique de la sémiologie radiologique des atteintes digestives endométriosiques et qui avait analysé seul rétrospectivement 40 EMR réalisées pour la même indication. Le très bon kappa de Fleiss suggère que le résultat de cet examen est peu dépendant de l'expérience de l'observateur et qu'il est interprétable de manière fiable après une courte formation théorique et pratique.



a.



b.



c.

Figure 7. Cas du faux positif commun à tous les lecteurs.

Entéro-IRM avec séquences axiale T2 (a), coronale T1 Dixon sans injection (b) et axiale T1 Dixon après injection de chélate de gadolinium (c). Probables matières organiques intra-luminales de l'iléon distal en hypersignal T1 spontané modéré pouvant mimer un épaissement pariétal digestif.

Notre étude a uniquement étudié les performances de l'EMR 3.0 Tesla et ne permet donc aucune conclusion sur sa supériorité ou non par rapport à l'EMR 1.5 Tesla. Cette question avait été soulevée dans la littérature, notamment par l'étude d'Allègre *et al.*, qui n'avait pas trouvé de différence de performance entre les EMR 3.0 Tesla et 1.5 Tesla dans le même type de population que la nôtre [41]. Toutefois, cette étude avait montré une performance médiocre

aussi bien pour l'EMR 3.0 Tesla que pour l'EMR 1.5 Tesla. Leurs conclusions nous paraissent donc à tempérer, aussi bien sur le fait que les EMR 3.0 Tesla et 1.5 Tesla seraient équivalentes que sur le fait que ce seraient des examens peu performants. De plus, une étude qui compare ces deux examens dans la maladie de Crohn suggère que l'EMR 3.0 Tesla pourrait être supérieure pour la caractérisation de certaines atteintes, notamment pour le segment iléal [42]. Il serait donc intéressant de réaliser de nouvelles études comparatives entre l'EMR 3.0 Tesla et l'EMR 1.5 Tesla dans l'endométriose.

Le colo-scanner est un examen performant, surtout du fait de sa très bonne résolution spatiale avec des coupes millimétriques et de son acquisition très rapide, de l'ordre de quelques secondes, lui permettant de s'affranchir des artéfacts liés au péristaltisme et aux mouvements respiratoires. Toutefois, il a principalement été étudié pour ses performances dans la détection et la caractérisation des atteintes rectales et sigmoïdiennes et peu pour la détection des atteintes supra-sigmoïdiennes [43]. Il s'agit d'une opacification invasive rétrograde du côlon et, de manière non systématique, de la dernière anse iléale. Or, on sait que l'atteinte endométriosique digestive peut toucher des anses grêles plus proximales [44]. L'EMR paraît donc plus cohérente dans cette exploration puisqu'elle opacifie l'ensemble de l'intestin grêle, que les séquences Dixon permettent désormais d'obtenir des acquisitions de bonne qualité avec des temps d'acquisitions courts et des coupes fines de moins de 2 mm, surtout avec une machine IRM 3.0 Tesla, et qu'elle présente un meilleur contraste lésionnel par rapport au reste du tube digestif. En effet, les séquences T2, sur lesquelles l'opacification digestive hydrique est en fort hypersignal, permettent de déceler plus aisément les lésions endométriosiques digestives qui sont en hyposignal. L'entéro-scanner avec entéroclyse, lui, est un examen invasif généralement mal toléré par les patients et dont le matériel nécessaire est devenu difficilement disponible. C'est pourquoi il n'est aujourd'hui quasiment plus réalisé, remplacé par l'entéro-scanner avec un protocole d'opacification digestive identique à l'EMR par la prise *per os* d'une solution hydrique. Il n'existe toutefois pas encore de données sur sa valeur diagnostique dans la recherche des lésions endométriosiques digestives et il présente lui aussi un moins bon contraste lésionnel que l'EMR.

Sur les 36 patientes opérées, 7 (19%) ont eu une atteinte endométriosique digestive supra-sigmoïdienne. La prévalence de cette atteinte est légèrement inférieure à celles retrouvées par Rousset *et al.* [37] qui avaient trouvé 12 lésions supra-sigmoïdiennes chez 24% (8/33) des

patientes opérées, et Piketty *et al.* [9] qui avaient trouvé une atteinte supra-sigmoïdienne chez 28% (21/75) des patientes qui présentaient une atteinte rectale ou sigmoïdienne. Cette différence avec l'étude de Rousset *et al.* pourrait s'expliquer par la sélection différente de la population. En effet, notre population a été sélectionnée uniquement sur la suspicion d'une atteinte endométriosique digestive sur l'IRM pelvienne (dans la majorité des cas de localisation recto-sigmoïdienne), alors que leur population avait été sélectionnée sur ce même critère radiologique ou sur la suspicion clinique d'atteinte digestive. Comme dans leur étude, nous avons trouvé un cas d'atteinte isolée supra-sigmoïdienne (iléon distal) sans aucune atteinte rectale ou sigmoïdienne. Par contre, la population de l'étude de Piketty *et al.* est similaire à la nôtre puisqu'il s'était agi de patientes ayant toutes une atteinte recto-sigmoïdienne. Néanmoins, la légère différence de prévalence pourrait ne pas être significative étant donné le faible nombre de sujets dans chaque étude.

La faible proportion d'atteintes multiples supra-sigmoïdiennes relevées dans notre étude (une seule patiente opérée) est comparable aux résultats de la littérature. Toutefois, la véritable proportion de ce type d'atteintes est difficile à estimer de manière fiable puisque ces patientes tendent à ne pas être opérées justement du fait de cette suspicion d'atteinte digestive multifocale et multicentrique qui augmente nettement le risque chirurgical. Par exemple, une atteinte multifocale multicentrique avait été détectée sur l'EMR chez une patiente incluse dans notre étude, avec 2 lésions de l'iléon distal, une lésion de la jonction iléo-caecale et une lésion du côlon descendant, et il avait été décidé en réunion de concertation multidisciplinaire, pour cette raison, de ne pas l'opérer.

La limite principale de notre étude est qu'elle n'est pas comparative, notamment avec le colo-scanner ou l'entéro-scanner. De plus, le fait que 25% des patientes qui ont eu une EMR n'ont finalement pas été opérées a pu biaiser les calculs de performance de notre examen car ils ne sont *a fortiori* pas réalisés sur une population exhaustive. Un biais d'information a également pu exister car les chirurgiens connaissaient les résultats de l'EMR, ce qui a pu orienter leur exploration diagnostique.

En conclusion, l'EMR 3.0 Tesla est un examen bien toléré par les patientes qui apporte des informations intéressantes avant une chirurgie d'EPP avec atteinte digestive en recherchant de

manière fiable une atteinte endométriosique supra-sigmoïdienne, et en permettant ainsi une meilleure anticipation du geste chirurgical et une réflexion plus éclairée des patientes sur leur choix d'avoir ou non cette chirurgie. Elle semble permettre plus particulièrement d'éliminer de manière quasi-certaine une telle atteinte, à condition que l'appendice soit visualisé. Toutefois, bien que la littérature suggère fortement qu'un traitement maximaliste de l'EPP soit nécessaire pour un bon résultat sur la douleur à long terme, il existe peu d'études sur le bénéfice clinique spécifique de l'exérèse des lésions endométriosiques supra-sigmoïdiennes sur les douleurs, les symptômes digestifs et la qualité de vie. Il est donc nécessaire de réaliser de nouvelles études afin de confirmer l'éventuel bénéfice de l'exérèse des lésions supra-sigmoïdiennes chez ces patientes ayant pour la plupart une EPP sévère, et donc de confirmer l'intérêt de l'EMR dans la prise en charge chirurgicale de ces patientes.

Bibliographie

- [1] Parazzini F, Esposito G, Tozzi L, Noli S, Bianchi S. Epidemiology of endometriosis and its comorbidities. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2017 Feb;209:3-7. doi: 10.1016/j.ejogrb.2016.04.021.
- [2] Nisolle M, Donnez J. Peritoneal endometriosis, ovarian endometriosis, and adenomyotic nodules of the rectovaginal septum are three different entities. *Fertil Steril.* 1997 Oct;68(4):585-96. doi: 10.1016/s0015-0282(97)00191-x.
- [3] Vercellini P. Endometriosis: what a pain it is. *Semin Reprod Endocrinol.* 1997;15(3):251-61. doi: 10.1055/s-2008-1068755.
- [4] Fauconnier A, Chapron C. Endometriosis and pelvic pain: epidemiological evidence of the relationship and implications. *Hum Reprod Update.* 2005 Nov-Dec;11(6):595-606. doi: 10.1093/humupd/dmi029.
- [5] Meuleman C, Vandenabeele B, Fieuws S, Spiessens C, Timmerman D, D'Hooghe T. High prevalence of endometriosis in infertile women with normal ovulation and normospermic partners. *Fertil Steril.* 2009 Jul;92(1):68-74. doi: 10.1016/j.fertnstert.2008.04.056.
- [6] Johnson NP, Hummelshoj L, Adamson GD, Keckstein J, Taylor HS, Abrao MS et al. World Endometriosis Society Sao Paulo Consortium. World Endometriosis Society consensus on the classification of endometriosis. *Hum Reprod.* 2017 Feb;32(2):315-324. doi: 10.1093/humrep/dew293.
- [7] Johnson NP, Hummelshoj L; World Endometriosis Society Montpellier Consortium. Consensus on current management of endometriosis. *Hum Reprod.* 2013 Jun;28(6):1552-68. doi: 10.1093/humrep/det050.
- [8] Redwine DB. Ovarian endometriosis: a marker for more extensive pelvic and intestinal disease. *Fertil Steril.* 1999 Aug;72(2):310-5. doi: 10.1016/s0015-0282(99)00211-3.
- [9] Piketty M, Chopin N, Dousset B, Millischer-Bellaische AE, Roseau G, Leconte M et al. Preoperative work-up for patients with deeply infiltrating endometriosis: transvaginal ultrasonography must definitely be the first-line imaging examination. *Hum Reprod.* 2009 Mar;24(3):602-7. doi: 10.1093/humrep/den405.
- [10] Chapron C, Chopin N, Borghese B, Foulot H, Dousset B, Vacher-Lavenu MC et al. Deeply infiltrating endometriosis: pathogenetic implications of the anatomical distribution. *Hum Reprod.* 2006 Jul;21(7):1839-45. doi: 10.1093/humrep/del079.
- [11] Sampson J.A. (1927) Peritoneal Endometriosis Due to the Menstrual Dissemination of Endometrial Tissue into the Peritoneal Cavity. *Am J Obstet Gynecol.* 1927 Jan;14(4),442-469. doi: 10.1016/S0002-9378(15)30003-X.
- [12] de Ziegler D, Borghese B, Chapron C. Endometriosis and infertility: pathophysiology and management. *Lancet.* 2010 Aug;376(9742):730-8. doi: 10.1016/S0140-6736(10)60490-4.

- [13] Ploteau S, Cano-Sancho G, Volteau C, Legrand A, Vénisseau A, Vacher V. Associations between internal exposure levels of persistent organic pollutants in adipose tissue and deep infiltrating endometriosis with or without concurrent ovarian endometrioma. *Environ Int.* 2017 Nov;108:195-203. doi: 10.1016/j.envint.2017.08.019.
- [14] Koninckx PR, Ussia A, Adamyan L, Wattiez A, Gomel V, Martin DC. Pathogenesis of endometriosis: the genetic/epigenetic theory. *Fertil Steril.* 2019 Feb;111(2):327-340. doi: 10.1016/j.fertnstert.2018.10.013.
- [15] Zubrzycka A, Zubrzycki M, Perdas E, Zubrzycka M. Genetic, Epigenetic, and Steroidogenic Modulation Mechanisms in Endometriosis. *J Clin Med.* 2020 May;9(5):1309. doi: 10.3390/jcm9051309.
- [16] Ishimura T, Masuzaki H. Peritoneal endometriosis: endometrial tissue implantation as its primary etiologic mechanism. *Am J Obstet Gynecol.* 1991 Jul;165(1):210-4. doi: 10.1016/0002-9378(91)90253-n.
- [17] Jenkins S, Olive DL, Haney AF. Endometriosis: pathogenetic implications of the anatomic distribution. *Obstet Gynecol.* 1986 Mar;67(3):335-8.
- [18] Parazzini F. Left:right side ratio of endometriotic implants in the pelvis. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2003 Nov;111(1):65-7. doi: 10.1016/s0301-2115(03)00198-2.
- [19] Al-Fozan H, Tulandi T. Left lateral predisposition of endometriosis and endometrioma. *Obstet Gynecol.* 2003 Jan;101(1):164-6. doi: 10.1016/s0029-7844(02)02446-8.
- [20] Sznurkowski J, Emerich J. Czestsza lewostronna lokalizacja torbieli endometrialnych [Left lateral predisposition of endometrioma]. *Ginekol Pol.* 2005 Jan;76(1):33-6. Polish.
- [21] Chapron C, Fauconnier A, Vieira M, Barakat H, Dousset B, Pansini V et al. Anatomical distribution of deeply infiltrating endometriosis: surgical implications and proposition for a classification. *Hum Reprod.* 2003 Jan;18(1):157-61. doi: 10.1093/humrep/deg009.
- [22] Prevalence and anatomical distribution of endometriosis in women with selected gynaecological conditions: results from a multicentric Italian study. Gruppo italiano per lo studio dell'endometriosi. *Hum Reprod.* 1994 Jun;9(6):1158-62.
- [23] Baessler K, Schuessler B. The depth of the pouch of Douglas in nulliparous and parous women without genital prolapse and in patients with genital prolapse. *Am J Obstet Gynecol.* 2000 Mar;182(3):540-4. doi: 10.1067/mob.2000.104836.
- [24] Meyers MA. The spread and localization of acute intraperitoneal effusions. *Radiology.* 1970 Jun;95(3):547-54. doi: 10.1148/95.3.547.
- [25] Meyers MA. Distribution of intra-abdominal malignant seeding: dependency on dynamics of flow of ascitic fluid. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med.* 1973 Sep;119(1):198-206. doi: 10.2214/ajr.119.1.198.

- [26] Vercellini P, Chapron C, Fedele L, Frontino G, Zaina B, Crosignani PG. Evidence for asymmetric distribution of sciatic nerve endometriosis. *Obstet Gynecol.* 2003 Aug;102(2):383-7. doi: 10.1016/s0029-7844(03)00532-5.
- [27] Macer ML, Taylor HS. Endometriosis and infertility: a review of the pathogenesis and treatment of endometriosis-associated infertility. *Obstet Gynecol Clin North Am.* 2012 Dec;39(4):535-49. doi: 10.1016/j.ogc.2012.10.002.
- [28] Abbott J, Hawe J, Hunter D, Holmes M, Finn P, Garry R. Laparoscopic excision of endometriosis: a randomized, placebo-controlled trial. *Fertil Steril.* 2004 Oct;82(4):878-84. doi: 10.1016/j.fertnstert.2004.03.046.
- [29] Garry R, Clayton R, Hawe J. The effect of endometriosis and its radical laparoscopic excision on quality of life indicators. *BJOG.* 2000 Jan;107(1):44-54. doi: 10.1111/j.1471-0528.2000.tb11578.x.
- [30] Chopin N, Vieira M, Borghese B, Foulot H, Dousset B, Coste J et al. Operative management of deeply infiltrating endometriosis: results on pelvic pain symptoms according to a surgical classification. *J Minim Invasive Gynecol.* 2005 Mar-Apr;12(2):106-12. doi: 10.1016/j.jmig.2005.01.015.
- [31] Abrao MS, Gonçalves MO, Dias JA Jr, Podgaec S, Chamie LP, Blasbalg R. Comparison between clinical examination, transvaginal sonography and magnetic resonance imaging for the diagnosis of deep endometriosis. *Hum Reprod.* 2007 Dec;22(12):3092-7. doi: 10.1093/humrep/dem187.
- [32] Coutinho A Jr, Bittencourt LK, Pires CE, Junqueira F, Lima CM, Coutinho E et al. MR imaging in deep pelvic endometriosis: a pictorial essay. *Radiographics.* 2011 Mar-Apr;31(2):549-67. doi: 10.1148/rg.312105144. PMID: 21415196.
- [33] Gimonet H, Laigle-Quérat V, Ploteau S, Veluppillai C, Leclère B, Frampas E. Is pelvic MRI in women presenting with pelvic endometriosis suggestive of associated ileal, appendicular, or cecal involvement? *Abdom Radiol (NY).* 2016 Dec;41(12):2404-2410. doi: 10.1007/s00261-016-0884-7.
- [34] Iosca S, Lumia D, Bracchi E, Duka E, De Bon M, Lekaj M et al. Multislice computed tomography with colon water distension (MSCT-c) in the study of intestinal and ureteral endometriosis. *Clin Imaging.* 2013 Nov-Dec;37(6):1061-8. doi: 10.1016/j.clinimag.2013.07.003.
- [35] Biscaldi E, Ferrero S, Fulcheri E, Ragni N, Remorgida V, Rollandi GA et al. Multislice CT enteroclysis in the diagnosis of bowel endometriosis. *Eur Radiol.* 2007 Jan;17(1):211-9. doi: 10.1007/s00330-006-0364-5.
- [36] Scardapane A, Lorusso F, Bettocchi S, Moschetta M, Fiume M, Vimercati A et al. Deep pelvic endometriosis: accuracy of pelvic MRI completed by MR colonography. *Radiol Med.* 2013 Mar;118(2):323-38. doi: 10.1007/s11547-012-0850-6.

- [37] Rousset P, Peyron N, Charlot M, Chateau F, Golfier F, Raudrant D et al. Bowel endometriosis: preoperative diagnostic accuracy of 3.0-T MR enterography--initial results. *Radiology*. 2014 Oct;273(1):117-24. doi: 10.1148/radiol.14132803.
- [38] Likert R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*. 1932 ; 22 140, 55.
- [39] Keedy AW, Yee J, Aslam R, Weinstein S, Landeras LA, Shah JN et al. Reduced cathartic bowel preparation for CT colonography: prospective comparison of 2-L polyethylene glycol and magnesium citrate. *Radiology*. 2011 Oct;261(1):156-64. doi: 10.1148/radiol.11110217.
- [40] Fleiss JL, Cohen J. The Equivalence of Weighted Kappa and the Intraclass Correlation Coefficient as Measures of Reliability. *Educ Psychol Meas*. 1973;33(3):613-619. doi:10.1177/001316447303300309.
- [41] Benchoufi M, Matzner-Lober E, Molinari N, Jannot AS, Soyer P. Interobserver agreement issues in radiology. *Diagn Interv Imaging*. 2020 Oct;101(10):639-641. doi: 10.1016/j.diii.2020.09.001.
- [42] Allègre L, Aristizabal P, Nyangoh Timoh K, Thomassin-Naggara I, Kermarrec E, Bendifallah S et al. Comparison of 3-Tesla to 1.5-Tesla Magnetic Resonance Enterography to assess multifocal and multicentric bowel endometriosis: Results in routine practice. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2018 Nov;230:172-177. doi: 10.1016/j.ejogrb.2018.09.035.
- [43] Fiorino G, Bonifacio C, Padrenostro M, Sposta FM, Spinelli A, Malesci A et al. Comparison between 1.5 and 3.0 Tesla magnetic resonance enterography for the assessment of disease activity and complications in ileo-colonic Crohn's disease. *Dig Dis Sci*. 2013 Nov;58(11):3246-55. doi: 10.1007/s10620-013-2781-z.
- [44] Biscaldi E, Ferrero S, Remorgida V, Rollandi GA. Bowel endometriosis: CT-enteroclysis. *Abdom Imaging*. 2007 Jul-Aug;32(4):441-50. doi: 10.1007/s00261-006-9152-6.
- [45] Scarmato VJ, Levine MS, Herlinger H, Wickstrom M, Furth EE, Tureck RW. Ileal endometriosis: radiographic findings in five cases. *Radiology*. 2000 Feb;214(2):509-12. doi: 10.1148/radiology.214.2.r00fe35509.

Diagnostic performance of 3.0-Tesla MR enterography for the detection of supra-sigmoid gastro-intestinal endometriosis

1. Introduction

Endometriosis is a benign disease affecting 7-10% of women, and is reported to be symptomatic in 3% of women of reproductive age [1]. Deep infiltrative endometriosis (DIE) is one of the three types of endometriosis (the other two being superficial endometriosis and ovarian endometriosis). It is defined by an endometriotic infiltration of more than 5 millimetres depth in the subperitoneal space, and is frequently responsible for painful symptoms such as dysmenorrhea, deep dyspareunia and pelvic pain [2-4]. It is also responsible for fertility disorders [5].

One of the most severe localizations of DIE is the gastro-intestinal (GI) involvement, found in 23 to 56% of women who have had surgical treatments [8-10]. The most common GI localization is the recto-sigmoid junction, present in 32 to 67% of cases. The other localizations are, in order of frequency, sigmoid (18-45%), ileum (5-17%), caecum (4-6%) and the appendix (5-7%). It is multifocal in 55% of cases and 28% of recto-sigmoid localizations are associated with ileo-caecal involvement [9].

The management of DIE can be surgical in cases of medical treatment failure [7,27,28]. The efficacy of surgery on pain, quality of life and the risk of recurrence seems to be strongly linked to the total removal of the lesions, which is why a detailed preoperative assessment of the extent of DIE is necessary [29,30]. This assessment allows better planning for surgery and better information for the patient on the surgical risks as well as the different surgical techniques, which includes the option of performing an ileostomy.

Pelvic magnetic resonance imaging (MRI) in the assessment of pelvic extension of DIE has a high sensitivity and a high specificity giving it a key role in the preoperative diagnosis [32]. However, it is not efficient detecting supra-sigmoid GI lesions, so it has been suggested to perform a dedicated GI evaluation when a recto-sigmoid localization is found on pelvic MRI [35]. Different imaging examinations can be used for the GI assessment: computed tomography (CT) colonography, CT enterography with or without enteroclysis, MR colonography or MR enterography (MRE) [34-37]. In patients of reproductive age, some of whom have fertility problems, MRI seems to be a better option than CT because it does not involve ionizing radiation. Moreover, for an optimal ileal assessment and to avoid the placement of a rectal cannula in contact with an often painful recto-sigmoid endometriotic lesion, MRE seems more adapted than MR colonography. It is in this context that, since 2018, supra-sigmoid GI exploration by 3.0-Tesla MRE has been performed at our institution in the preoperative work-up for patients who have a DIE with recto-sigmoid involvement.

The objective of this study was to determine the diagnostic characteristics and tolerability of 3.0-Tesla MRE for supra-sigmoid endometriotic GI localizations in these patients.

2. Material and method

2.1. Study design

This was a prospective monocentric non-interventional diagnostic study carried out at a university hospital. It was approved as a Reference Methodology MR004 by the Commission nationale de l'Informatique et des Libertés and received a favorable opinion from the Groupe nantais d'Éthique dans le Domaine de la Santé (19/07/2019).

All patients who had an MRE prior to surgical management of DIE with recto-sigmoid involvement were enrolled on the day of the MRE, or in case where supra-sigmoid GI involvement was suspected on pelvic MRI. Patients were included if they were of the legal age of consent without legal protection, not pregnant, had given verbal consent to participate in this study, and had no contraindications to MRI. The indication for MRE was established at a multidisciplinary team meeting attended by both gynecological surgery and radiology teams.

2.2. Objectives

The primary objective of the study was to determine the diagnostic performance of 3.0-Tesla MRE for the detection of supra-sigmoid endometriotic GI localizations in patients with DIE with recto-sigmoid involvement. The parameters calculated were sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and accuracy.

The secondary objectives of the study were (i) the evaluation of inter-observer agreement measured by Fleiss' kappa and (ii) the evaluation of the tolerance of the examination measured by the answers to a questionnaire.

2.3. MR enterography protocol

Patients were placed on a residue-free diet for 3 days before the examination and fasted for at least 6 hours before the examination. Thirty to 45 minutes before the installation in the MRI machine, the patients drank 1.5 liters of a mannitol water solution diluted to 5%, with an ampoule of metoclopramide to limit nausea. An intravenous injection of 1 mg of glucagon was performed just before the beginning of the acquisition and a second intravenous injection of 1 mg of glucagon was performed just before the contrast injection. Glucagon was not used in diabetic patients, substituted instead with 160 mg of phloroglucinol 20 minutes before the beginning of the examination.

All acquisitions were performed in the procubitus position with a Philips Ingenia MRI (Philips Healthcare, commissioned 01/05/2015) with a magnetic field of 3.0 Tesla and an XL Torso multichannel abdominal antenna (Philips Healthcare). The sequences performed were: spotting sequences, axial and coronal T2 sequences synchronized with respiration, coronal T1 Dixon in apnea, axial and coronal T1 Dixon over the abdomen and pelvis in apnea after injection of gadolinium chelate at a portal time. The diaphragmatic domes were included in the acquisition field on the coronal T1 Dixon sequence before injection. The total duration of the examination was approximately 15 minutes. The acquisition parameters of the different sequences are summarized in Table 1.

2.4. Image analysis

All MRE were analyzed on a radiology workstation with an image archiving and transmission system (Carestream Vue, Carestream Health). All interpretations were blinded, except for history of appendectomy and suspected DIE with recto-sigmoid involvement on pelvic MRI.

For each examination, three independent interpretations were made by two radiologists specialized in pelvic imaging (reader 1 and reader 2) and by a junior radiologist (reader 3). Readers 1 and 2 each had 10 years of experience in pelvic imaging, and reader 3 had 4 years of general radiology experience with no pelvic imaging experience but had previously trained in MRE interpretation through retrospective analysis of 40 exams performed locally.

Endometriotic GI localization was defined by a nodular thickening of the GI wall showing isosignal or hyposignal to the myometrium on the T2 sequence and enhancement on the T1 Dixon sequences with gadolinium chelate injection [37] (figures 1 and 2). The analysis of the gastrointestinal tract was structured by a modified segmentation of Chapron *et al.* used in the study of GI involvement in endometriosis, with the analysis of the small intestine, ileo-caecal junction, appendix, cecum, right colon, transverse colon and left colon [10]. The sigmoid colon was excluded from the analysis because its involvement is most often visible on pelvic MRI and its opacification is usually of poor quality on MRE.

2.5. Tolerance assessment

Just after the MRE, patients completed a questionnaire to assess tolerance to the examination. The questionnaire consisted of four simple questions concerning: (i) the experience of ingesting the water solution, (ii) any GI symptoms experienced, (iii) the environment (limited space in the MRI machine, noise), and (iv) the overall experience. The responses were based on a Likert scale (a 5-item semantic graded scale) that had been developed by Keedy *et al.* for the evaluation of CT colonography tolerance [38,39].

2.6. Surgery

The surgical management of the DIE was performed by laparoscopy or laparotomy by a specialized surgeon in conjunction with a GI surgeon for the treatment of GI localization. They were informed of the results of the MRE. When ureteral involvement was suspected, a dedicated CT scan with exploration of the urinary tract could be performed and a double-J stent was placed by a urologist prior to surgery. After an extensive exploration of the abdomen, the bowel, the diaphragm and the pelvis, a maximalist resection of the endometriotic lesions was undertaken and the GI localizations were treated by shaving, discoid resection or segmentectomy with, in certain cases, the realization of an ileostomy. An endometriotic GI lesion was determined by a nodular induration of the GI wall associated with a retractile deformity. The formal diagnosis of endometriosis was made during the histological study of the resected parts.

2.7. Data collection and statistical analysis

The data was collected anonymously and prospectively and stored on Excel software (Microsoft). It included patient demographics, history, pain and quality of life assessment, as well as all the MRE interpretations and surgical exploration results.

Statistical analysis was performed using SAS 9.4 Software (SAS Institute Inc., SAS Campus Drive, Cary, North Carolina, USA). Continuous variables were expressed as mean \pm standard deviation (SD) or median [interquartile range], and categorical variables using absolute values and percentages. Diagnostic performance parameters were calculated with a 95% confidence interval. For univariate analyses, comparison of quantitative data was performed by a Wilcoxon Mann Whitney median comparison test and comparison of qualitative data by a Fisher test. A p-value <0.05 was considered statistically significant. Inter-observer agreement was calculated according to the Fleiss method [40,41].

3. Results

3.1. Patients' characteristics

All patients who had a preoperative MRE at our institute between September 2019 and July 2021 were selected. No patients met the exclusion criteria. A total of 48 patients were included (figure 3), of whom 3 did not respond to the questionnaire identifying their general medical data and 5 did not respond to the questions assessing the tolerance of the examination. The median age was 36 years. Twenty-three (51%) patients had at least one history of surgery for any type of endometriosis, including 2 with resection of GI localization: one patient had had a resection of the recto-sigmoid junction and one had had rectal shaving. One patient had a left hemi-colectomy for the management of a perforated diverticulitis. Seven (16%) patients had a history of appendectomy for the management of acute appendicitis not related to their endometriotic disease. The demographic data is summarized in Table 2.

Pelvic MRI was available for 47/48 patients, whose data is summarized in figure 4. Forty-one (87%) patients had ovarian endometriosis, 10 (21%) had internal adenomyosis and 9 (19%) had anterior compartment involvement. All the patients had posterior compartment involvement with rectal or sigmoidal involvement, except for one patient who did not have posterior compartment, rectal or sigmoidal involvement, but had a small bowel involvement suspected on pelvic MRI (figure 5).

3.2. Surgical results

Eleven patients did not have surgery during the study period, either because it was finally decided at the multidisciplinary team meeting not to perform it, because the patient no longer wanted it, or because the surgery was scheduled outside of the study period. Thirty-six of 48 (75%) patients had surgery, 6 of whom had a history of appendectomy. A total of 246 supra-sigmoid GI segments were explored. Thirty-four surgeries (94%) were performed by laparoscopy without conversion to laparotomy and 2 (6%) by laparotomy. Seven (19%) patients had an endometriotic supra-sigmoid GI localization identified at surgery. Nine (3%) supra-sigmoid GI segments had endometriotic involvement, with 11 lesions identified: 6/11 (55%) ileal lesions, 3/11 (27%) appendicular lesions, and 2/11 (18%) lesions of the ileo-caecal

junction. One patient had multiple supra-sigmoid involvement, with one ileo-caecal valve lesion and 4 ileal lesions. Of the 11 supra-sigmoid GI lesions, 9 (82%) were treated by segmentectomy and 2 (18%) by discoid excision. All resected suspicions of supra-sigmoid GI endometriosis were confirmed histologically.

3.3. MR enterography results

The median time from MRE to surgery was 241 [125;405] days. Two patients had an incomplete examination, due to the absence of contrast media: one patient had a significant intolerance to the examination and the other patient had a notion of allergy to the contrast medium. Twenty (42%) examinations were of very good quality, 14 (29%) of good quality, 13 (27%) of average quality and 1 (2%) uninterpretable. The appendix was identified in 19/41 (46%) of the patients without a history of appendectomy. Univariate analysis did not show any association between MRE quality and nonvisualization of the appendix. A total of 235 segments were analyzed.

Specialist reader 1 described 8/9 endometriotic lesions and described 2 false positives: one on the distal ileum and the other on the descending colon. The only lesion that he did not describe was an appendicular localization in a patient whose appendix had not been identified on the MRE. Its diagnostic performance was calculated on the total number of segments explored surgically (appendices not seen on the MRE included) and was as follows: sensitivity of 88.9% [51.8%; 99.7%], specificity of 99.2% [97%; 99.9%], positive predictive value of 80.0% [49.7%; 94.2%] and negative predictive value of 99.6% [97.7%; 99.9%]. Its accuracy was 98.8% [96.5%; 99.8%]. They are summarized in Table 3.

The number of true positives, true negatives, false positives, and false negatives were the same for all 3 readers, with a Fleiss' kappa, which assesses the agreement between all observers, of 0.94 [0.76;1.00].

3.4. Tolerance assessment

Of the 43 patients who answered the questionnaire regarding the tolerance of the examination, 34 (79%) reported that they tolerated the examination well overall, answering that

the experience was "not uncomfortable at all" or "slightly uncomfortable but not problematic. The environment of the MRI machine was not problematic for 40/43 (93%) patients. Ingestion of the GI preparation was not problematic for 33/43 (77%) patients and was very problematic for 1 patient. GI symptoms during the examination related to this preparation were very problematic for 7/43 (16%) patients and in 1 patient symptoms were deemed intolerable leading to the early termination of the examination. This patient was the same patient who found the ingestion to be very problematic. The data concerning the evaluation of tolerance is summarized in figure 6.

4. Discussion

Our study shows very good performance of the 3.0-Tesla MRE for the detection of supra-sigmoid GI endometriosis in the preoperative work-up of patients suffering from DIE with recto-sigmoid involvement. This examination appears to be well tolerated by the majority of patients.

It has a negative predictive value of 99.6% with a narrow confidence interval making MRE of particular interest as it almost certainly excludes supra-sigmoid endometriosis. This examination could therefore avoid a surgical exploration of supra-sigmoid bowel, and anticipate the non-necessity of a diverting ileostomy, which is an important point in the decision process for physicians and patients. The only case in which the MRE was falsely negative in our study was when the appendix was not visualized. This case also occurred for Rousset *et al.* [37]. Their study showed very good performance of MRE as well with similar negative predictive values but better positive predictive values. Our positive predictive value of 80.0% is linked to the description of 2 false positives for each reader. One false positive was common to all 3 readers: it probably was some intra-luminal organic material of the distal ileum in moderate spontaneous T1 hypersignal that mimicked a parietal thickening of the distal ileum (figure 7). The other false positives were on the distal ileum in a patient who had a first localization of the ileo-caecal junction (readers 2 and 3) and on the descending colon (reader 1). The rather wide confidence intervals of the sensitivity and positive predictive value of our study require us to temper our results regarding these diagnostic parameters.

Contrary to the study by Rousset *et al*, our readers were not all specialists in abdominal or pelvic imaging. Indeed, reader 3 was a non-specialized junior radiologist who had theoretical training in endometriotic GI diseases from radiology tutorials and also from retrospectively analyzing 40 MREs performed for the same indication. The very good Fleiss' kappa suggests that the result of this examination is not very dependent on the experience of the observer and that it is reliably interpretable after a short theoretical and practical training.

Our study only investigated the performance of the 3.0-Tesla MRE and therefore does not allow any conclusion to be drawn on its superiority compared to the 1.5-Tesla MRE. This question had been raised in the literature, notably by the study of Allègre *et al.*, who found no difference in the performance of the 3.0-Tesla compared to the 1.5-Tesla MRE based on the same type of study population as ours [42]. However, this study showed a poor performance for both the 3.0-Tesla and the 1.5-Tesla MRE. Their conclusions seem to us to be **tempered**, both regarding that the 3.0-Tesla and 1.5-Tesla MRE would be equivalent and that they would be poorly performing tests. Moreover, a study comparing these two examinations in Crohn's disease suggests that the 3.0-Tesla MRE may be superior in the characterization of certain lesions, particularly for the ileal segment [43]. It would therefore be of value to perform further comparative studies between the 3.0-Tesla MRE and the 1.5-Tesla MRE for endometriosis.

CT colonography is an efficient examination, especially because of its very high spatial resolution with millimetric slices, and its very fast acquisition time in the order of a few seconds, thus allowing it to be free of artefacts relating to peristalsis and respiration. However, it has mainly been studied for its performance in the detection and characterization of rectal and sigmoidal localizations and little for the detection of supra-sigmoid involvement [44]. It is a retrograde invasive opacification of the colon and, not systematically, of the last ileal loop. However, it is known that endometriotic GI lesions can involve more proximal small bowel [45]. MRE therefore seems more coherent in this exploration since it opacifies the whole small bowel, the Dixon sequences now allow good quality acquisitions with short acquisition times and thin sections of less than 2 millimeters -especially with a 3.0-Tesla MRI machine- and it seems to present a better lesion contrast to the rest of the GI tract. Indeed, T2 sequences, on which the GI hydric opacification is in strong hypersignal, make it easier to detect GI endometriotic lesions that are in hyposignal. CT enterography with enteroclysis is an invasive examination that is generally poorly tolerated by patients and for which the necessary equipment has become difficult to obtain. This is why nowadays it is rarely performed, being replaced by CT enterography with a GI opacification protocol identical to the MRE by drinking

a hydrous solution. However, there is still no data on its diagnostic value in the search for GI endometriotic lesions.

Of the 36 patients who had surgery, 7 (19%) had supra-sigmoid GI endometriosis. The prevalence of this involvement is slightly lower than that found by Rousset *et al* [37] who found 12 supra-sigmoid lesions in 24% (8/33) of patients, and by Piketty *et al* [9] who found supra-sigmoid lesions in 28% (21/75) of patients who had rectal or sigmoid localizations. This difference with the study by Rousset *et al.* could be explained by the different selection of the population. Indeed, our population was selected only on the suspicion of GI endometriotic localization on pelvic MRI (in most cases recto-sigmoid involvement), whereas their population was selected on this same radiological criterion or on the clinical suspicion of GI involvement. As in their study, we found one case of isolated supra-sigmoid localization (distal ileum) without any rectal or sigmoid localization. In contrast, the population of the Piketty *et al.* study is similar to ours since it consisted of patients with rectal-sigmoid involvement. Nevertheless, the slight difference in prevalence may not be significant given the small number of subjects in each study.

The low proportion of multiple supra-sigmoid localizations in our study (only one patient who had surgery) is comparable to the results of the literature. However, the true proportion of this type of involvement is difficult to estimate reliably as these patients tend not undergo surgery precisely because of this suspicion of multifocal and multicentric GI involvement which clearly increases the surgical risk. For example, a multifocal and multicentric involvement was detected on MRE in a patient included in our study, with 2 lesions of the distal ileum, one lesion of the ileo-caecal junction and one lesion of the descending colon, and it was decided in the multidisciplinary team meeting, for this reason, not to operate.

The main limitation of our study is that it is not comparative, especially with CT colonography or CT enterography. In addition, the fact that 25% of the patients who had a MRE and did not ultimately undergo surgery may have biased the performance calculations of our examination. An information bias may also have existed because the surgeons were aware of the results of the MRE, which may have guided their diagnostic exploration.

In conclusion, the 3.0-Tesla MRE is a well-tolerated examination and provides interesting information prior to DIE surgery with GI involvement, by reliably searching for endometriotic supra-sigmoid localizations, and thus allowing better anticipation of the surgical procedure and enabling a more informed decision process for the patients on their choice of whether or not to undergo this surgery. In particular, it seems to allow almost certain elimination of supra-sigmoid GI endometriosis, provided the appendix is visualized. However, although the literature strongly suggests that maximalist treatment of DIE is necessary for a good result on long-term pain, there are few studies on the specific clinical benefit of resection of endometriotic supra-sigmoid lesions on pain, GI symptoms and quality of life. New studies are therefore necessary to confirm the possible benefit of removal of these lesions in these patients, most of whom have a severe DIE, and thus to confirm the interest of MRE in the surgical management of these patients.

Vu, le Président du Jury,



Professeur Éric FRAMPAS

Vu, le Directeur de Thèse,



Docteur Valérie LAIGLE-QUÉRAT

Vu, le Doyen de la Faculté,



Professeur Pascale JOLLIET

NOM : TROCHU

PRÉNOM : Théophile

Titre de Thèse :

PERFORMANCES DIAGNOSTIQUES DE L'ENTÉRO-IRM 3.0 TESLA POUR LA DÉTECTION DES ATTEINTES ENDOMÉTRIOSIQUES DIGESTIVES SUPRA-SIGMOÏDIENNES

RÉSUMÉ

Rationnel et objectif. La localisation digestive est une des atteintes les plus sévères de l'endométriose pelvienne profonde. Elle se situe le plus souvent à la charnière recto-sigmoïde et serait associée dans près d'un tiers des cas à une atteinte digestive supra-sigmoïdienne qui elle n'est pas explorée par l'IRM pelvienne. Un bilan exhaustif lésionnel pré-chirurgical est important afin d'obtenir un résultat thérapeutique optimal. L'objectif de cette étude a été d'évaluer les performances diagnostiques de l'entéro-IRM (EMR) 3.0 Tesla pour la détection des atteintes endométriosiques digestives supra-sigmoïdiennes.

Matériel et méthode. Cette étude monocentrique et prospective a inclus toutes les patientes qui ont eu entre septembre 2019 et juillet 2021 une EMR pré-chirurgicale pour la prise en charge d'une endométriose pelvienne profonde avec atteinte digestive. Une triple lecture des EMR a été réalisée et comparée aux constatations opératoires et anatomopathologiques.

Résultats. Quarante-huit patientes ont été incluses et parmi elles 36 ont été opérées. Deux cent quarante-six segments digestifs supra-sigmoïdiens ont été explorés, 9 ont présenté une atteinte endométriosique avec un total de 11 lésions. Les sensibilité, spécificité, valeurs prédictives positive et négative de l'EMR ont respectivement été de 88.9% [51.8%;99.7%], 99.2% [97%;99.9%], 80.0% [49.7%;94.2%] et 99.6% [97.7%;99.9%], avec une précision de 98.8% [96.5%;99.8%] et une concordance inter-observateur de 0.94.

Conclusion. L'EMR 3.0 Tesla a de très bonnes performances pour le diagnostic des atteintes endométriosiques digestives supra-sigmoïdiennes, avec une très bonne concordance inter-observateurs. Elle est un complément essentiel dans le bilan pré-chirurgical de l'endométriose pelvienne profonde avec atteinte digestive.

MOTS-CLES

endométriose pelvienne profonde, endométriose digestive, intestin grêle, imagerie par résonance magnétique, entérographie.

deep infiltrative endometriosis, gastro-intestinal endometriosis, small bowel, magnetic resonance imaging, enterography.