

UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTÉS DE MÉDECINE

ANNÉE 2018

2018 TOU3 1646

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
MÉDECINE SPÉCIALISÉE CLINIQUE

Présentée et soutenue publiquement

par

Charlotte CHOLLET

le 23 octobre 2018

**Faisabilité, performances diagnostiques et intérêts de
l'imagerie hybride TEP-IRM dans l'évaluation de la réponse
à la radio-chimiothérapie concomitante chez les patientes
avec un cancer du col utérin localement avancé.**

Directeur de thèse : Madame le Dr Stéphanie MOTTON

JURY

Monsieur le Professeur Christophe VAYSSIERE

Monsieur le Professeur Frédéric COURBON

Monsieur le Docteur Jacques RIMAILHO

Madame le Docteur Stéphanie MOTTON

Monsieur le Docteur Erwan GABIACHE

Madame le Docteur Elodie CHANTALAT

Président

Assesseur

Assesseur

Assesseur

Suppléant

Membre invité



FACULTÉ DE MÉDECINE PURPAN

TABLEAU du PERSONNEL HU
des Facultés de Médecine de l'Université Paul Sabatier
au 1^{er} septembre 2017

Professeurs Honoraires

Doyen Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Christian
Doyen Honoraire	M. LAZORTHES Yves	Professeur Honoraire	M. CARLES Pierre
Doyen Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. BONAFÉ Jean-Louis
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur Honoraire	M. VAYSSE Philippe
Doyen Honoraire	M. PUEL Pierre	Professeur Honoraire	M. ESQUERRE J.P.
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE Henri	Professeur Honoraire	M. GUITARD Jacques
Professeur Honoraire	M. GEDEON André	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Franck
Professeur Honoraire	M. PASQUIE M.	Professeur Honoraire	M. ROQUE-LATRILLE Christian
Professeur Honoraire	M. RIBAUT Louis	Professeur Honoraire	M. CERENE Alain
Professeur Honoraire	M. ARLET Jacques	Professeur Honoraire	M. FOURNIAL Gérard
Professeur Honoraire	M. RIBET André	Professeur Honoraire	M. HOFF Jean
Professeur Honoraire	M. MONROZIES M.	Professeur Honoraire	M. REME Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. DALOUS Antoine	Professeur Honoraire	M. FAUVEL Jean-Marie
Professeur Honoraire	M. DUPRE M.	Professeur Honoraire	M. FREXINOS Jacques
Professeur Honoraire	M. FABRE Jean	Professeur Honoraire	M. CARRIERE Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. DUCOS Jean	Professeur Honoraire	M. MANSAT Michel
Professeur Honoraire	M. LACOMME Yves	Professeur Honoraire	M. BARRET André
Professeur Honoraire	M. COTONAT Jean	Professeur Honoraire	M. ROLLAND
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	Mme DIDIER Jacqueline	Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Philippe
Professeur Honoraire	Mme LARENG Marie-Blanche	Professeur Honoraire	M. DELSOL Georges
Professeur Honoraire	M. BERNADET	Professeur Honoraire	M. ABBAL Michel
Professeur Honoraire	M. REGNIER Claude	Professeur Honoraire	M. DURAND Dominique
Professeur Honoraire	M. COMBELLES	Professeur Honoraire	M. DALY-SCHVEITZER Nicolas
Professeur Honoraire	M. REGIS Henri	Professeur Honoraire	M. RAILHAC
Professeur Honoraire	M. ARBUS Louis	Professeur Honoraire	M. POURRAT Jacques
Professeur Honoraire	M. PUJOL Michel	Professeur Honoraire	M. QUERLEU Denis
Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI Pierre	Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. ESCOURROU Jean
Professeur Honoraire	M. BESOMBES Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. FORTANIER Gilles
Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel	Professeur Honoraire	M. LAGARRIGUE Jacques
Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE Pierre	Professeur Honoraire	M. PESSEY Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. CHAVOIN Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. GERAUD Gilles
Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline	Professeur Honoraire	M. PLANTE Pierre
Professeur Honoraire	M. GOUZI Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. MAGNAVAL Jean-François
Professeur Honoraire associé	M. DUTAU Guy	Professeur Honoraire	M. MONROZIES Xavier
Professeur Honoraire	M. PASCAL J.P.	Professeur Honoraire	M. MOSCOVICI Jacques
Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel	Professeur Honoraire	Mme GENESTAL Michèle
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	M. CHAMONTIN Bernard
Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE Paul	Professeur Honoraire	M. SALVAYRE Robert
Professeur Honoraire	M. FABIÉ Michel	Professeur Honoraire	M. FRAYSSE Bernard
Professeur Honoraire	M. BARTHE Philippe	Professeur Honoraire	M. BUGAT Roland
Professeur Honoraire	M. CABARROT Etienne	Professeur Honoraire	M. PRADERE Bernard
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT Michel	Professeur Honoraire	M. CHAP Hugues
Professeur Honoraire	M. ESCANDE Michel	Professeur Honoraire	M. LAURENT Guy
Professeur Honoraire	M. PRIS Jacques	Professeur Honoraire	M. ARLET Philippe
Professeur Honoraire	M. CATHALA Bernard	Professeur Honoraire	Mme MARTY Nicole
Professeur Honoraire	M. BAZEX Jacques	Professeur Honoraire	M. MASSIP Patrice
		Professeur Honoraire	M. CLANET Michel

Professeurs Émérites

Professeur ALBAREDE Jean-Louis	Professeur MAZIERES Bernard
Professeur CONTÉ Jean	Professeur ARLET-SUAU Elisabeth
Professeur MURAT	Professeur SIMON Jacques
Professeur MANELFE Claude	Professeur FRAYSSE Bernard
Professeur LOUVET P.	Professeur ARBUS Louis
Professeur SARRAMON Jean-Pierre	Professeur CHAMONTIN Bernard
Professeur CARATERO Claude	Professeur SALVAYRE Robert
Professeur GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur MAGNAVAL Jean-François
Professeur COSTAGLIOLA Michel	Professeur ROQUES-LATRILLE Christian
Professeur ADER Jean-Louis	Professeur MOSCOVICI Jacques
Professeur LAZORTHES Yves	Professeur LAGARRIGUE Jacques
Professeur LARENG Louis	Professeur CHAP Hugues
Professeur JOFFRE Francis	Professeur LAURENT Guy
Professeur BONEU Bernard	Professeur MASSIP Patrice
Professeur DABERNAT Henri	
Professeur BOCCALON Henri	

P.U. - P.H.
Classe Exceptionnelle et 1ère classe

M. ADOUE Daniel (C.E)	Médecine Interne, Gériatrie
M. AMAR Jacques	Thérapeutique
M. ATTAL Michel (C.E)	Hématologie
M. AVET-LOISEAU Hervé	Hématologie, transfusion
Mme BEYNE-RAUZY Odile	Médecine Interne
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie
M. BLANCHER Antoine	Immunologie (option Biologique)
M. BONNEVIALLE Paul	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie.
M. BOSSAVY Jean-Pierre	Chirurgie Vasculaire
M. BRASSAT David	Neurologie
M. BROUCHET Laurent	Chirurgie thoracique et cardio-vascul
M. BROUSSET Pierre (C.E)	Anatomie pathologique
M. CARRIE Didier (C.E)	Cardiologie
M. CHAUVEAU Dominique	Néphrologie
M. CHOLLET François (C.E)	Neurologie
M. DAHAN Marcel (C.E)	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. DE BOISSEZON Xavier	Médecine Physique et Réadapt Fonct.
M. DEGUINE Olivier	Oto-rhino-laryngologie
M. DUCOMMUN Bernard	Cancérologie
M. FERRIERES Jean	Epidémiologie, Santé Publique
M. FOURCADE Olivier	Anesthésiologie
M. GEERAERTS Thomas	Anesthésiologie et réanimation
M. IZOPET Jacques (C.E)	Bactériologie-Virologie
Mme LAMANT Laurence	Anatomie Pathologique
M. LANG Thierry (C.E)	Biostatistiques et Informatique Médicale
M. LANGIN Dominique	Nutrition
M. LAUQUE Dominique (C.E)	Médecine Interne
M. LAUWERS Frédéric	Anatomie
M. LIBLAU Roland (C.E)	Immunologie
M. MALAUAUD Bernard	Urologie
M. MANSAT Pierre	Chirurgie Orthopédique
M. MARCHOU Bruno (C.E)	Maladies Infectieuses
M. MAZIERES Julien	Pneumologie
M. MOLINIER Laurent	Epidémiologie, Santé Publique
M. MONTASTRUC Jean-Louis (C.E)	Pharmacologie
Mme MOYAL Elisabeth	Cancérologie
Mme NOURHASHEMI Fatemeh (C.E)	Gériatrie
M. OLIVES Jean-Pierre (C.E)	Pédiatrie
M. OSWALD Eric	Bactériologie-Virologie
M. PARIENTE Jérémie	Neurologie
M. PARINAUD Jean (C.E)	Biol. Du Dévelop. et de la Reprod.
M. PAUL Carle	Dermatologie
M. PAYOUX Pierre	Biophysique
M. PERRET Bertrand (C.E)	Biochimie
M. RASCOL Olivier (C.E)	Pharmacologie
M. RECHER Christian	Hématologie
M. RISCHMANN Pascal	Urologie
M. RIVIERE Daniel (C.E)	Physiologie
M. SALES DE GAUZY Jérôme	Chirurgie Infantile
M. SALLES Jean-Pierre	Pédiatrie
M. SANS Nicolas	Radiologie
Mme SELVES Janick	Anatomie et cytologie pathologiques
M. SERRE Guy (C.E)	Biologie Cellulaire
M. TELMON Norbert	Médecine Légale
M. VINEL Jean-Pierre (C.E)	Hépto-Gastro-Entérologie

P.U. Médecine générale

M. OUSTRIC Stéphane Médecine Générale

P.U. - P.H.
2ème classe

Mme BONGARD Vanina	Epidémiologie
M. BONNEVIALLE Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. BUREAU Christophe	Hépto-Gastro-Entéro
M. CALVAS Patrick	Génétique
M. CARRERE Nicolas	Chirurgie Générale
Mme CASPER Charlotte	Pédiatrie
M. CHAIX Yves	Pédiatrie
Mme CHARPENTIER Sandrine	Thérapeutique, méd. d'urgence, addict
M. COGNARD Christophe	Neuroradiologie
M. FOURNIE Bernard	Rhumatologie
M. FOURNIÉ Pierre	Ophthalmologie
M. GAME Xavier	Urologie
M. LAROCHE Michel	Rhumatologie
M. LEOBON Bertrand	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. LOPEZ Raphael	Anatomie
M. MARX Mathieu	Oto-rhino-laryngologie
M. MAS Emmanuel	Pédiatrie
M. OLIVOT Jean-Marc	Neurologie
M. PARANT Olivier	Gynécologie Obstétrique
M. PAYRASTRE Bernard	Hématologie
M. PERON Jean-Marie	Hépto-Gastro-Entérologie
M. PORTIER Guillaume	Chirurgie Digestive
M. RONCALLI Jérôme	Cardiologie
Mme SAVAGNER Frédérique	Biochimie et biologie moléculaire
M. SOL Jean-Christophe	Neurochirurgie

P.U. Médecine générale

M. MESTHÉ Pierre Médecine Générale

P.A Médecine générale

POUTRAIN Jean-Christophe Médecine Générale

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-RANGUEIL

133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE Cedex

Doyen : E. SERRANO

P.U. - P.H.

Classe Exceptionnelle et 1ère classe

M. ACAR Philippe	Pédiatrie
M. ALRIC Laurent	Médecine Interne
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie
M. ARNAL Jean-François	Physiologie
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique
M. BOUTAULT Franck (C.E)	Chirurgie Maxillo-Faciale et Stomatologie
M. BUJAN Louis (C. E)	Urologie-Andrologie
Mme BURA-RIVIERE Alessandra	Médecine Vasculaire
M. BUSCAIL Louis (C.E)	Hépatogastro-Entérologie
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie
M. CARON Philippe (C.E)	Endocrinologie
M. CHIRON Philippe (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
M. CONSTANTIN Arnaud	Rhumatologie
M. COURBON Frédéric	Biophysique
Mme COURTADE SAIDI Monique	Histologie Embryologie
M. DAMBRIN Camille	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire
M. DELABESSE Eric	Hématologie
Mme DELISLE Marie-Bernadette (C.E)	Anatomie Pathologie
M. DELORD Jean-Pierre	Cancérologie
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie
Mme DULY-BOUHANICK Béatrice	Thérapeutique
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie
M. GALINIER Michel	Cardiologie
M. GALINIER Philippe	Chirurgie Infantile
M. GLOCK Yves (C.E)	Chirurgie Cardio-Vasculaire
M. GOURDY Pierre	Endocrinologie
M. GRAND Alain (C.E)	Epidémiologie. Eco. de la Santé et Prévention
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis	Chirurgie plastique
Mme GUIMBAUD Rosine	Cancérologie
Mme HANAIRE Hélène (C.E)	Endocrinologie
M. KAMAR Nassim	Néphrologie
M. LARRUE Vincent	Neurologie
M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie
M. MALECAZE François (C.E)	Ophtalmologie
M. MARQUE Philippe	Médecine Physique et Réadaptation
Mme MAZEREEUW Juliette	Dermatologie
M. MINVILLE Vincent	Anesthésiologie Réanimation
M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile
M. RITZ Patrick	Nutrition
M. ROCHE Henri (C.E)	Cancérologie
M. ROLLAND Yves (C.E)	Gériatrie
M. ROUGE Daniel (C.E)	Médecine Légale
M. ROUSSEAU Hervé (C.E)	Radiologie
M. ROUX Franck-Emmanuel	Neurochirurgie
M. SAILLER Laurent	Médecine Interne
M. SCHMITT Laurent (C.E)	Psychiatrie
M. SENARD Jean-Michel (C.E)	Pharmacologie
M. SERRANO Elie (C.E)	Oto-rhino-laryngologie
M. SOULAT Jean-Marc	Médecine du Travail
M. SOULIE Michel (C.E)	Urologie
M. SUC Bertrand	Chirurgie Digestive
Mme TAUBER Marie-Thérèse (C.E)	Pédiatrie
Mme URO-COSTE Emmanuelle	Anatomie Pathologique
M. VAYSSIERE Christophe	Gynécologie Obstétrique
M. VELLAS Bruno (C.E)	Gériatrie

P.U. - P.H.

2ème classe

M. ACCADBLED Franck	Chirurgie Infantile
M. ARBUS Christophe	Psychiatrie
M. BERRY Antoine	Parasitologie
M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie
M. BOUNES Vincent	Médecine d'urgence
Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie
M. CHAUFOUR Xavier	Chirurgie Vasculaire
M. CHAYNES Patrick	Anatomie
Mme DALENC Florence	Cancérologie
M. DECRAMER Stéphane	Pédiatrie
M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses
M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie
M. GARRIDO-STÓWHAS Ignacio	Chirurgie Plastique
Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel	Anatomie Pathologique
M. HUYGHE Eric	Urologie
Mme LAPRIE Anne	Radiothérapie
M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M. MAURY Jean-Philippe	Cardiologie
M. MEYER Nicolas	Dermatologie
M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
M. OTAL Philippe	Radiologie
M. SOLER Vincent	Ophtalmologie
Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugénia	Gériatrie et biologie du vieillissement
M. TACK Ivan	Physiologie
M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
M. YSEBAERT Loic	Hématologie

P.U. Médecine générale

Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve Médecine Générale

M.C.U. - P.H.

M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile
M. APOIL Pol Andre	Immunologie
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie
M. BIETH Eric	Génétique
Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie	Nutrition
Mme CASSAING Sophie	Parasitologie
M. CAVAINAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M. CONGY Nicolas	Immunologie
Mme COURBON Christine	Pharmacologie
Mme DAMASE Christine	Pharmacologie
Mme de GLISEZENSKY Isabelle	Physiologie
Mme DE MAS Véronique	Hématologie
Mme DELMAS Catherine	Bactériologie Virologie Hygiène
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène
M. DUPUI Philippe	Physiologie
M. FAGUER Stanislas	Néphrologie
Mme FILLAUX Judith	Parasitologie
M. GANTET Pierre	Biophysique
Mme GENNERO Isabelle	Biochimie
Mme GENOUX Annelise	Biochimie et biologie moléculaire
M. HAMDY Safouane	Biochimie
Mme HITZEL Anne	Biophysique
M. IRIART Xavier	Parasitologie et mycologie
Mme JONCA Nathalie	Biologie cellulaire
M. KIRZIN Sylvain	Chirurgie générale
Mme LAPEYRE-MESTRE Maryse	Pharmacologie
M. LAURENT Camille	Anatomie Pathologique
M. LHERMUSIER Thibault	Cardiologie
M. LHOMME Sébastien	Bactériologie-virologie
Mme MONTASTIER Emilie	Nutrition
Mme MOREAU Marion	Physiologie
Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire
M. PILLARD Fabien	Physiologie
Mme PUISSANT Bénédicte	Immunologie
Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme SABOURDY Frédérique	Biochimie
Mme SAUNE Karine	Bactériologie Virologie
M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation
M. TAFANI Jean-André	Biophysique
M. TREINER Emmanuel	Immunologie
Mme TREMOLLIERES Florence	Biologie du développement
Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie
M. VIDAL Fabien	Gynécologie obstétrique

M.C.U. Médecine générale

M. BRILLAC Thierry
Mme DUPOUY Julie

M.C.U. - P.H.

Mme ABRANEL Florence	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme BASSET Céline	Cytologie et histologie
Mme CAMARE Caroline	Biochimie et biologie moléculaire
M. CMBUS Jean-Pierre	Hématologie
Mme CANTERO Anne-Valérie	Biochimie
Mme CARFAGNA Luana	Pédiatrie
Mme CASSOL Emmanuelle	Biophysique
Mme CAUSSE Elizabeth	Biochimie
M. CHAPUT Benoit	Chirurgie plastique et des brûlés
M. CHASSAING Nicolas	Génétique
M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire
Mme COLLIN Laetitia	Cytologie
Mme COLOMBAT Magali	Anatomie et cytologie pathologiques
M. CORRE Jill	Hématologie
M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie
M. DEDOIT Fabrice	Médecine Légale
M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale
M. DESPAS Fabien	Pharmacologie
M. EDOUARD Thomas	Pédiatrie
Mme ESQUIROL Yolande	Médecine du travail
Mme EVRARD Solène	Histologie, embryologie et cytologie
Mme GALINIER Anne	Nutrition
Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie
M. GASQ David	Physiologie
Mme GRARE Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme GUILBEAU-FRUGIER Céline	Anatomie Pathologique
M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie
Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
M. HERIN Fabrice	Médecine et santé au travail
Mme INGUENEAU Cécile	Biochimie
M. LAIREZ Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
M. LEANDRI Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. LEPAGE Benoit	Biostatistiques et Informatique médicale
Mme MAUPAS Françoise	Biochimie
M. MIEUSSET Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
Mme NASR Nathalie	Neurologie
Mme PRADDAUDE Françoise	Physiologie
M. RIMAILHO Jacques	Anatomie et Chirurgie Générale
M. RONGIERES Michel	Anatomie - Chirurgie orthopédique
Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie
Mme VALLET Marion	Physiologie
M. VERGEZ François	Hématologie
Mme VEZZOSI Delphine	Endocrinologie

M.C.U. Médecine générale

M. BISMUTH Michel
Mme ESCOURROU Brigitte

Médecine Générale
Médecine Générale

Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale

Dr ABITTEBOUL Yves
Dr CHICOULAA Bruno
Dr IRI-DELAHAYE Motoko
Dr FREYENS Anne

Dr BOYER Pierre
Dr ANE Serge
Dr BIREBENT Jordan
Dr LATROUS Leila

REMERCIEMENTS

A notre Président du Jury,

**Monsieur le Professeur Christophe VAYSSIERE,
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Gynécologie – Obstétrique**

Merci de me faire l'honneur de présider mon jury de thèse.

Ton calme, ta gentillesse et ta remise en question permanente sont un exemple pour tous les jeunes gynéco-obstétriciens que nous sommes.

Sois assuré de l'admiration et du respect que je te porte.

A notre directrice de thèse,

Madame le Docteur Stéphanie MOTTON

Praticien Hospitalier

Chirurgie Gynécologique

Tu m'as accompagnée tout au long de ce travail, ta motivation et ta bonne humeur ont été une source inépuisable d'énergie pour le mener à bien.

Tes compétences chirurgicales sont pour moi un exemple et ton goût pour les transmettre ont fait de toi une personne clé de ma formation.

Merci de m'avoir accordé ta confiance.

Je suis très heureuse de pouvoir continuer à apprendre dans cette belle équipe pour les deux ans à venir.

**Monsieur le Professeur Frédéric COURBON,
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Médecine Nucléaire**

Vous me faites l'honneur de juger ce travail.

Vos compétences en imagerie et votre expertise vous permettront de juger, avec indulgence je l'espère, ce travail.

Monsieur le Docteur Jacques RIMAILHO
Maître de Conférence des Universités
Praticien Hospitalier
Chirurgie générale et gynécologique

Je vous remercie de me faire l'honneur de siéger à notre jury et de juger notre travail.
Des premières années de faculté jusqu'à la fin de l'internat, vous avez été un enseignant généreux, soucieux de la formation des futurs médecins. J'attends avec impatience de pouvoir profiter encore de vos savoirs pendant le clinicat.
Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon plus profond respect et de ma reconnaissance.

**Monsieur le Docteur Erwan GABIACHE,
Praticien de Centre de Lutte Contre le Cancer
Médecine Nucléaire**

Ces heures passées avec toi à faire ces fusions ont été un réel plaisir.

Quel bonheur de travailler avec un passionné avec toi !

Ton engouement, tes connaissances pointues et ton enthousiasme font de toi un pédagogue hors-pair.

Merci de m'avoir guidée dans le monde de l'imagerie qui m'était jusqu'alors inconnu avec autant de patience et de gentillesse.

Madame le Docteur Elodie CHANTALAT
Maître de Conférence des Universités
Praticien Hospitalier
Chirurgie Gynécologique

Je suis excessivement heureuse et honorée que tu aies accepté de siéger dans mon jury.

Ton avis toujours éclairé et ta bienveillance sont inégalables.

Merci pour ton soutien et ta présence en toutes circonstances professionnelles et personnelles. Je n'oublierai jamais notre discussion quand j'ai appris qu'une double surprise se préparait pour nous.

Ton empathie avec les patientes, ta pédagogie, et tes compétences chirurgicales font de toi un médecin exceptionnel et un modèle pour nous toutes.

Je te souhaite tout le meilleur sur le plan professionnel et personnel avec l'heureux événement qui se prépare.

**A l'équipe de l'Institut Paoli-Calmettes à Marseille,
Monsieur le Professeur Eric LAMBAUDIE,
Madame le Dr Isabelle BRENOT-ROSSI.**

Je vous remercie pour votre accueil ainsi que pour votre collaboration précieuse pour l'aboutissement de ce travail.

Merci au Docteur Franklin GALLO, Radiologue à l'Institut Universitaire du Cancer de Toulouse pour ses relectures précieuses.

Merci à Madame le Docteur LAUWERS-CANCES, statisticienne au Centre Hospitalo-Universitaire de Toulouse pour sa participation précieuse à ce travail.

A ma famille

A Joseph, mon petit lardon, qui a bouleversé mon cœur il y a deux ans et demi et qui ne cesse de me combler de bonheur depuis.

A Juliette et Martin nos deux petits trésors de Juillet, merci d'avoir rendu la rédaction de cette thèse tellement plus pimentée.

Vous êtes ma fierté, mes plus belles réussites.

A Romain mon soutien infaillible, ma force. Merci pour cette famille incroyable que nous sommes en train de construire, merci de faire mon bonheur quotidien. Sois rassuré : personne ne fera jamais autant rire que toi.

A mes parents, merci pour votre amour inconditionnel et votre accompagnement dans chacune des étapes de ma vie. Papa, ton humanité et ton amour des autres sont un exemple que j'essaie de reproduire quotidiennement. Maman, merci de m'avoir transmis le plaisir d'apprendre, ta douceur et ton calme sont à 32 ans toujours une source de quiétude pour moi.

Mon Tomi, mon petit frère chéri maintenant papa... quel choc de bonheur ! Je vous souhaite à toi, Caroline et Brune tout le bonheur du monde. Jusque là tu m'avais toujours suivi, tu m'as doublé pour la thèse, ça m'a boostée!!

A Papeu, patriarche d'une génération de passionnés de l'humain, merci d'avoir créé une famille si unie et aimante, je ne m'occuperai ni du cœur ni du cerveau mais j'espère que tu es fier de moi aujourd'hui !

A Manou, à ces blousons en cuir et ses cheveux rouges, reine de l'élégance qui nous donne tant d'amour. Ce sont sûrement tes incroyables leçons de sciences naturelles racontées comme des histoires fantastiques qui m'ont donné le goût des sciences de la vie !

A Mameu et Papou qui nous manquent

A ma belle famille : Corine et Dominique, Virginie, Mathieu et Axelle et Maryne les supers cousines, à Thomas et Chloé marraine de choc, merci pour votre accueil et votre soutien, à tous les bons moments passés ensemble et à ceux à venir !

A mon parrain Fred et ma marraine Marion vous avez toujours manifesté avec tendresse votre présence à mes cotés à chacune des étapes de ma vie. Marion quel plaisir de travailler avec toi prochainement! J'imagine que tu ne t'attendais pas à ça quand mes parents t'ont choisi comme marraine il y a 32 ans !

A mes tantes et oncles, cousins et cousines, je vous aime tous autant que vous êtes !

A mon amandine, ma tout, à nos conversations téléphoniques interminables depuis qu'on est en âge de parler, merci d'être toujours là, tu sais à quel point tu me manques à Toulouse, à ton Jeannot « et ses gros biscottos », ta doudou et à mon Jules. Merci encore de la joie que vous m'avez faite en me choisissant comme marraine.

A mes amis et co-internes :

A mes copines de toujours : ma grande Baurès au cœur tendre, ma Vignoul solide pilier d'amitié de Carnot à la faculté, à ma Mélo son sourire et son rire tellement communicatif, et à ma pétillante Pimsou débordante d'énergie et d'amour

A vos loulous d'enfer : La Mique « le diesel », tu as mis du temps à démarrer mais quelle accélération en 2018, on a hâte de fêter votre bonheur!, Julien, Pablo et Carlito et à vos petits bout de chou qui complètent la bande : Lou le surfer des Landes, Paulo le toulousain promis à ma Juliette, Peio notre petit gâteau basque et à ceux qui viendront la compléter ensuite !

A tous les autres copains pruneaux : Pierre et Amande, Vincent et Charlène, Philippe, Thomas et Anne Julie, Lol, Titou, Bene, Biscou etc

Aux copains de l'externat : Polo l'ortho et sa moto, Marie la plus toulousaine des marseillaises adoptée à 300% et leur belle Léo, Baudo, Magnés, Constance et le loulou qui va arriver : à quand votre retour dans le sud ouest ? Marie, Matthieu et Garance nos chers voisins promis dès qu'on sort la tête de l'eau on repart au Quartier! Hiiiihaaaa !! Arthur, son hélico et sa Caro, merci de nous faire rêver avec tes sauvetages en conditions extrêmes !! Marinou, Jocelyn et Jeanne nos montpelliérains qu'on ne voit plus assez, Emma, Bertrand et Antoine qu'on aime comme si on avait fait 10 d'études ensemble !

A ma Chotard, coup de foudre à Bagnères de Bigorre qui ne s'est jamais estompé! A ta nouvelle vie en pleine nature qui te rend si heureuse, à ton amoureux charpentier qui vous construit un nid douillet et bien sur à ma jolie filleule Lison ! A votre mariage et son baptême ! Il nous tarde !!

A ma Vogli, ma fidèle, ta bonne humeur contagieuse et ton énergie débordante, être avec toi est un vrai bonheur ! A Yopo le poto de mon jojo et enfin à votre magnifique Paul qui est arrivé in extremis le jour de l'impression de ma thèse pour que je puisse le citer, bienvenue à toi dans la bande petit Paul, il nous tarde de te câliner et de célébrer ta naissance ce soir!! On vous attend bientôt tous les trois en banlieue !
A votre mariage l'été prochain ! On est prêts ! Nounou réservée !

A Ariane, ma GYNET', à notre amitié qui ne cesse de grandir de stage, en master 2 au labo, en grossesses concomitantes, quelle chance j'ai d'être ta co-chef ! Il me tarde de reprendre avec toi ! On va se régaler ! A Grégoire et Cassou qu'on aime tous tant !!

A toutes les copines Gygys :

Pauline B ta générosité, tes repas pour 1000 personnes à Tarbes, ton exigence et ton perfectionnisme au travail

Dame Leray enfin mariée ! A dans un an à l'IUC !

A la team Récameufs Macha, Fanny, Tiphaine, Marion : au café entre deux sessions Dyson° et aux apéros récameufs qu'il va falloir reprogrammer bientôt!

A Benoit la force tranquille, au plaisir de travailler avec toi à mon retour !

La canonissime Popol aussi sympa que jolie ! Claire M et sa jolie Rose !

A mes co-internes de l'Oncopole : merci pour votre soutien pendant que j'étais sous double dose hormonale : Margaux, Lola, Virginie, Donia, Martina, Carlos

Guerby la meilleure copine Gygy ! Les gardes avec toi c'était du kiff en barre ! plein de bonheur toi et tes princesses!

Fraulein Herman et nos débuts auscitains

Anita celle qui marrie le mieux les paillettes et le RCF

Breταudal petit padawan est devenu grand depuis Tarbes Bravo pour le chemin parcouru !

Cabri depuis l'externat j'aime tes pattes d'éph ! So 2019 en tout cas !

Kellig ce petit bout de femme tellement wondermum

A tous les autres internes : Chloé, Donatien, les deux Juliette, Louise, Fora, Jeremy, Chetboune, Nelly, Ludwig, Hugo : à dans un an !, Héloïse, R-Deudon bravo pour ton dynamisme et tes bonnes idées, j'espère avoir l'occasion de travailler avec toi bientôt !, Claire S félicitations pour tes petits bonhommes, Caca-doré le teint frais et les lèvres maquillées en fin de garde (donne moi ton secret stp), Pierre, Camille P, Camille E, Blandine, Aurianne, Yvonne, Anne-so, Aurélie, Emmeline, Léa, Annaëlle, Camille P, Anna D, Lucile !

Sans oublier les supers GM : Helene, Melissa, Claire, Alice, Clélia (la vraie fausse GM au plaisir de croiser ton grand sourire à l'IUC), Marie T, Anna, (#Corporate), Pauline V, Mona, Caroline, Violaine, Marion...)

A mes terribles co-internes d'uro et leur équipe : Je crois qu'on a autant rigolé que travaillé c'est dire ! à Grynou le plus gentil des bisounours urologues, à Pimous ne vous fiez pas à sa tête d'ange c'est un démon ! Aux Arlequins !! A Chico au plaisir de te retrouver après ces années à Tananarive !

Victor de la gynéco à la radiothérapie en passant par le Master 2, ce temps passé avec toi m'a permis de découvrir ta profonde gentillesse

Matthieu Roumigue le rugbyman comme on les aime : costaud au cœur tendre

Jb : ses milles projets et son énergie débordante (tant mieux il va t'en falloir un peu dans quelques mois !!)

Lulu celui qui se fait passer pour un dur mais qui chantonne les Hanson en opérant !
mmmbop !

Mathieu Toulouzan et ses gros sourcils rassurants ! Un jour tu m'as promis que tu viendrais m'aider si j'étais embêtée sur un bloc... j'ai pas oublié !!

Aux Ch'tarbais : Max, Vincent, Camille, Arnaud, Chloé, Bastos, Marie, Quentin, Jerem, Clem, Arthur, Zoé, Antoine Merci pour ce semestre de bringues et de rigolades

Aux copains du rugby, du SUA ou d'ailleurs : Les de la Bardoch au complet, Antho, Kalf alias tonton faudel, Ludo, Jerem, Henry, Les Dupuy, Grangeous (mon confrère), Les

Mach' ! Mention spéciale à Sandra et Sophie je ne crois pas qu'on ai vraiment regardé un match en entier mais qu'est ce qu'on a rigolé !

A mes chefs :

Aux équipes de Rangeuil et de l'Oncopole :

Chacha l'énergie à l'italienne et Bene la flegmatique : binôme de choc qui m'a fait penché pour la chirurgie

Puis Elo et Ludi aussi exceptionnelles l'une que l'autre ! Vous m'avez impressionnée !

Marc, aucune poitrine ne lui résiste ca finit toujours par se poser !

Mr Rimailho, le roi de la voie basse je compte bien réussir à percer tous vos secrets dans les deux ans qui arrivent

Steph, merci encore pour tout, tu sais à quel point j'admire ton dynamisme, c'est très agréable de travailler avec ton caractère pour le moins entier !

Pierre Leguevaque : Tu m'as confié ce travail original et je t'en suis très reconnaissante, merci de m'avoir accordé ta confiance au moment du choix des chefs de clinique pour ma promotion.

Alejandra travailler avec toi est un plaisir, tes qualités chirurgicales et humaines sont indéniables, et ce petit accent qui nous fait voyager tellement agréable ! J'espère pouvoir profiter pleinement de ton enseignement pendant les deux années qui arrivent !

Gwen, le curage retro P en moins de 30 minutes tout est dit, la barre est haute quand même !

Eva ta rigueur est rassurante merci pour ta douceur et ta bonne humeur.

Justine, Gabrielle, Lise j'aurai aimé pouvoir venir plus avec vous, le temps passe vite j'espère pouvoir me rattraper à mon retour

Aux anesth de l'oncopole et en particulier Amel et Sophie le duo le plus cool de l'anesthésie mondiale

L'équipe de radiothérapie et surtout ma super chef ducass' : cliquette d'or qui clique plus vite que son ombre !

A PDV :

Martin Baujat : la césa sur Céline Dion : du bonheur à l'état pur, merci pour ce semestre de rigolade à Récamier, Fabien le roi de l'hémostase et ses discours rocambolesques avec les patientes, Yann merci pour ta patience à toute épreuve et ta gentillesse, Gégé,

j'ai pas pris le bon semestre pour profiter de toi mais les chaussures de bloc vernis rouge et les gros bébés nous avaient déjà rapprochées

Groussolator : tu nous fais peur des fois quand t'es de mauvais poil mais on t'aime, merci pour ton enseignement et ta rigueur (et tes conseils pour le siège : à 4 pattes ¼ d'heure par jour)

Caro : l'obstétrique qui ne doute pas : tellement rassurant, merci pour Joseph, Christelle aussi calme que gentille et compétente et merci pour les jumeaux tout en douceur c'était presque trop facile en fait !! Edith merci pour la simu on aime !! Agnès la reine des forceps et celle qui m'a permis de faire mes premiers jumeaux voie basse, Christophe qui n'est jamais inquiet et Olivier le roi des spatules.

Un immense merci à tous pour votre enseignement et votre bonne humeur

A Auch : Grisotte, Clem et Clotilde merci pour ce semestre de bisounours dans le Gers!

A Tarbes en chirurgie digestive : Mr Gailleton le maître la coelio et ses fidèles acolytes Serge et Octave

Merci aux équipes sans qui on ne ferait rien :

Les sages femmes de PDV mais aussi les AS, infirmières et auxiliaires, j'ai adoré travailler avec vous, petite mention spéciale : pour Valérie M et Emilie C qui nous ont si bien accompagné pour les naissances de nos trois loustics

A l'équipe de Ranguel et les supers secrétaires flo et Momo, à Joëlle qui doit certainement manquer à tout le monde, à toutes les IDE et AS qui forment une équipe incroyable : performante et adorable

Aux équipes de l'Oncopole dans les service et au bloc : la liste est trop longue pour tous vous citer merci pour votre gentillesse et votre bonne humeur et à bientôt !

**FAISABILITE, PERFORMANCES DIAGNOSTIQUES ET INTERETS
DE L'IMAGERIE HYBRIDE TEP-IRM DANS L'EVALUATION DE
LA REPONSE A LA RADIO-CHIMIOOTHERAPIE CONCOMITANTE
CHEZ LES PATIENTES AVEC UN CANCER DU COL UTERIN
LOCALEMENT AVANCE.**

Table des matières

Liste des abréviations	3
INTRODUCTION	4
Epidémiologie	4
Classification et bilan initial.....	4
Traitement et facteurs pronostiques	5
Evaluation de la réponse aux traitements : nature des examens et délai de réalisation .	7
Problématique et objectifs de l'étude	8
MATERIELS ET METHODES.....	10
Critères d'inclusion	10
Traitement et surveillance	10
Analyse de l'imagerie.....	11
Faisabilité :.....	11
Performances diagnostiques :	12
Degré de certitude pour l'évaluation du résidu tumoral et apport de la fusion :	13
Analyse anatomopathologique.....	14
Analyse statistique	14
RESULTATS.....	15
I. Caractéristiques des patientes et des prises en charge	15
II. Faisabilité et technique de réalisation des fusions TEP-IRM	17
III. Evaluation IRM, TEP-TDM et Fusion TEP-IRM au bilan initial	17
III. Evaluation de l'IRM, de la TEP-TDM et de la Fusion TEP-IRM en réévaluation	18
A. Performances diagnostiques dans l'évaluation de la réponse aux traitements	18
B. Degré de certitude diagnostique pour l'évaluation du résidu tumoral.....	19
C. Evaluation de l'impact de la fusion sur le degré de certitude diagnostique au moment de la réévaluation	21
D. Discordances IRM/TEP-TDM	22
E. Changement d'interprétation des examens après visualisation des images fusionnées...	23
DISCUSSION	25
Faisabilité	25
Performances Diagnostiques.....	28
Intérêts de la fusion pour le médecin lecteur.....	31
Analyse des cas de discordances entre IRM et TEP-TDM en situation de réévaluation post-thérapeutique.....	32
Limites et perspectives	40
CONCLUSION	43
BIBLIOGRAPHIE.....	44
ANNEXES.....	48
1. Classification FIGO 2009	48
2. Recommandations locales (réseau ONCOMIP) en fonction de la réponse au traitement.....	48
3. Cahier descriptif des cas des patientes	49

Liste des abréviations

ASCO : *American Society for Clinical Oncology*

AUC : Aire sous la courbe

CCU : Cancer du Col Utérin

EMC : Encyclopédie Médico-Chirurgicale

ESMO : *European Society of Medical Oncology*

¹⁸FDG : ¹⁸Fluoro-désoxy-glucose (glucose marqué au Fluor 18)

FIGO : Fédération Internationale de Gynécologie-Obstétrique

GCIG : *Gynecologic Cancer InterGroup*

Gy : Gray

IC 95% : Intervalle de confiance à 95%

IMC : Indice de Masse Corporelle

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

MAV : Volume Métaboliquement Actif

ROC : Receiver Operating Characteristic

SUV : Standardized Uptake Value

TEP-TDM : Tomographie par Emission de Positons couplée à la tomodensitométrie

TLG : Total Lesion Glycolysis = SUVmoy* MTV

MTV : Metabolic Tumor Volum

INTRODUCTION

Epidémiologie

Le cancer du col de l'utérus est le quatrième cancer chez la femme par sa fréquence et la quatrième cause de mortalité secondaire à un cancer chez la femme à travers le monde en 2012 avec 527,600 cas et 265,700 décès [1, 2]. Dans les pays développés, c'est le deuxième cancer le plus fréquent après le cancer du sein et la troisième cause de mortalité par cancer après le poumon et le sein [3].

Bien que l'incidence des cancers invasifs du col ait diminué grâce au dépistage des lésions intra-épithéliales et à l'introduction de la vaccination des jeunes filles contre HPV, 1/3 des cancers du col sont encore diagnostiqués à des stades avancés [4].

Classification et bilan initial

Si la classification des cancers du col repose sur l'examen clinique conformément aux recommandations de la Fédération Internationale de Gynécologie et Obstétrique (FIGO), les examens complémentaires d'imagerie, dont l'usage est variable d'un pays à l'autre sont aujourd'hui indispensables pour affiner la détermination de l'extension locorégionale et à distance [5](annexe 1)[6]ESMO 2017 [7] ASCO 2016.

Ainsi en France, le diagnostic clinique de cancer du col est complété par une IRM pelvienne pour déterminer l'extension locorégionale, et par une TEP-TDM au ¹⁸F¹⁸FDG pour l'identification du statut ganglionnaire et d'éventuelles métastases [8].

L'IRM pelvienne a fait la preuve de sa précision diagnostique dans de nombreuses études pour l'évaluation de l'extension locorégionale avec une estimation de la taille et du volume de la tumeur cervicale, de l'infiltration paramétriale et de l'extension aux organes de voisinage [9-11].

Quant à l'imagerie hybride TEP-TDM, son intérêt en cancérologie est avéré. La visualisation simultanée des informations métaboliques et anatomiques sur les images de fusion de TEP-TDM s'avère supérieure en terme de précision diagnostique aux

examens de TDM ou de TEP pris séparément dans les investigations initiales et de suivi [12].

Dans le cancer du col localement avancé (stades **IB2 → IVA, IB1 N+, IIA > 4cm** selon la classification FIGO) la tomographie par émission de positons au fluoro-déoxy-glucose marqué par le Fluor 18, couplée au scanner (TEP-TDM), est un examen de référence dans l'évaluation pré-thérapeutique [6-8]. Il s'agit d'un examen clé pour la stadification ganglionnaire et pour la recherche de métastases à distance [13, 14].

Gouy et cols. ont cependant trouvé un taux de faux négatifs de 12% pour la détection des métastases ganglionnaires lomboaortiques par la TEP-TDM, pouvant aller jusqu'à 22% en cas d'hyperfixation ganglionnaire pelvienne [15].

En France, en cas de TEP-TDM au ¹⁸FDG négative pour les aires ganglionnaires lomboaortiques, une lymphadénectomie lomboaortique est ainsi le plus souvent réalisée pour expertise anatomopathologique [8]. L'intérêt de la stadification ganglionnaire chirurgicale reste cependant débattu [16].

Ainsi, dans le bilan initial du cancer du col utérin, l'imagerie IRM fournit donc toutes les informations anatomiques et morphologiques nécessaires au bilan locorégional rendant l'imagerie TDM souvent non contributive au diagnostic. La TEP est elle aussi indispensable pour le bilan d'extension du cancer du col [17]. Cette situation laisse imaginer l'intérêt d'une imagerie hybride TEP-IRM, qui remplacerait avantageusement l'imagerie TEP-TDM. Plusieurs études ont en effet déjà montré le potentiel de la TEP-IRM pour l'évaluation de la tumeur primaire et pour la détection d'adénopathies métastatiques [18-24].

Traitement et facteurs pronostiques

Le traitement des stades précoces repose sur la chirurgie seule. Ces stades ont un bon pronostic.

Les stades IB2-IVA définissent le cancer du col localement avancé et sont associés à un pronostic plus sombre. En effet la survie à 5 ans varie de 97 à 9% entre les stades IA1 et

IVB (figure 1). Depuis la méta-analyse de Green en 2001, et selon les recommandations de l'ESMO (European Society of Gynecologic Oncology) et de l'ASCO (American Society of Clinical Oncology) leur prise en charge consiste en une radiothérapie externe pelvienne associée à une chimiothérapie concomitante à base de sels de platine, suivie d'une curiethérapie utéro-vaginale de clôturation [6, 7, 25-28].

Une chirurgie pelvienne et/ou lombo-aortique de clôturation peut être discutée en fonction de la réponse au traitement [29, 30](annexe2). Elle expose certes à un risque de complications per et post opératoires important mais pourrait permettre un meilleur contrôle de la maladie [30-34].

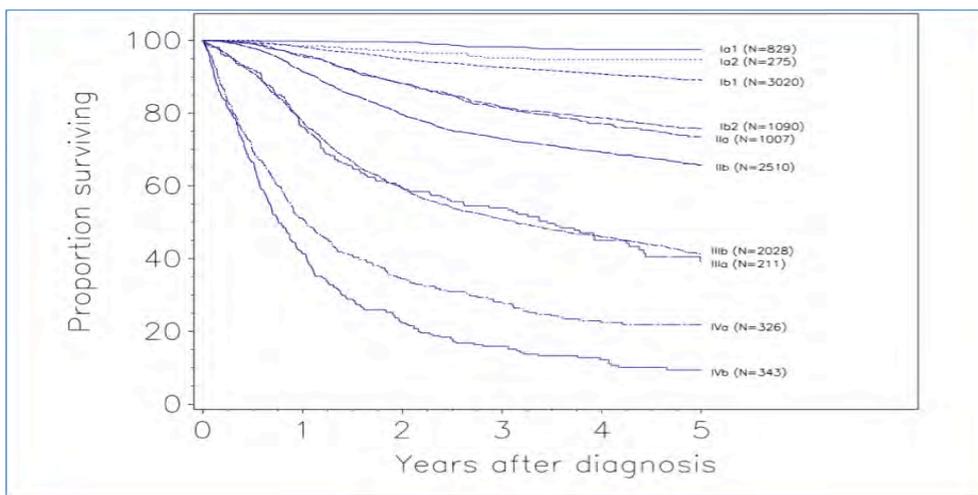


Figure 1 : Courbe de survie globale en fonction du stade FIGO à partir de 1655 patientes traitées entre 1999 et 2001 dans 42 pays. Tirée du 26ième rapport annuel de la FIGO sur le traitement des cancers gynécologiques.

Plusieurs facteurs de risque se distinguent par leur caractère éminemment péjoratif selon le Gynecologic Cancer InterGroup (GCIG) [35]. Du volume tumoral, de l'extension au corps utérin et de la présence de métastases ganglionnaires pelviennes, c'est l'envahissement ganglionnaire lombo-aortique qui est le plus péjoratif des facteurs pronostiques. En effet la présence de macro-métastases lombo-aortiques est associée à de faibles taux de survie, environs 30% à 5 ans. De plus dans 40% des cas, ces patientes développeront des métastases à distance [36, 37].

Ces patientes font de ce fait l'objet de traitements intensifiés avec une extension des champs d'irradiation externe aux aires ganglionnaires aortico-caves.

Un autre facteur pronostique majeur de la survie dans la prise en charge des cancers du col localement avancés est **le résidu tumoral** après réalisation du traitement standard

par radio-chimiothérapie. Dans une série prospective sur 184 patientes avec un cancer du col localement avancé traitées par radio-chimiothérapie concomitantes, Ferrandina et al ont observé que les patientes sans maladie résiduelle avaient une survie sans récurrence significativement plus longue que celles qui avaient un résidu micro ou macroscopique au moment de la chirurgie de clôture [38]. Deux autres études ont rapporté des survies sans récurrence et des survies globales moins élevées dans le groupe des patientes qui avaient des résidus supérieurs à 1 cm [31, 39]. Le seuil retenu dans l'étude de Kim en 2017 est de 2 cm [40].

Ainsi la détermination plus précise du volume tumoral résiduel et du statut ganglionnaire après traitement revêt un intérêt crucial. En effet, l'évaluation de la réponse au traitement standard pourrait permettre de proposer une adaptation thérapeutique et/ou une inclusion dans des essais thérapeutiques. La difficulté étant que les traitements tels que la radiothérapie sont à l'origine d'une modification des tissus tumoraux et péri-tumoraux qui perturbe l'interprétation de l'imagerie standard classique rendant ainsi difficile l'évaluation de la qualité de la réponse au traitement.

Evaluation de la réponse aux traitements : nature des examens et délai de réalisation

Le délai de la réévaluation iconographique n'est pas précisément défini par les sociétés savantes. Une imagerie réalisée trop tôt après la fin des traitements pourrait conduire à une surestimation du résidu tumoral en raison d'un effet rémanent de la radiothérapie non terminée. A l'inverse, réalisée de façon tardive, cela pourrait retarder dangereusement l'opportunité de traiter une maladie résiduelle asymptomatique [40, 41].

En France, une IRM pelvienne de réévaluation est réalisée après traitement par radio-chimiothérapie.

Cependant, plusieurs études rapportent des performances diagnostiques de l'IRM post-traitement insuffisantes faisant état en particulier d'une mauvaise spécificité [39, 42, 43]. En effet, l'interprétation du résidu tumoral à l'IRM après radio-chimiothérapie

concomitante est souvent gênée par les effets de la radiothérapie à type de fibrose, d'inflammation, d'œdème, de nécrose tumorale, responsables de faux positifs. Même si les séquences en diffusion permettent une diminution du taux de faux positif de meilleures performances diagnostiques sont encore nécessaires [44].

Le résidu tumoral étant un facteur pronostique majeur, certains praticiens ajoutent à ce bilan de réévaluation une TEP-TDM afin de palier à la faiblesse de l'IRM, en particulier en termes de spécificité dans ce contexte particulier qu'est la définition du résidu tumoral viable après traitement. La réalisation de cet examen fait actuellement partie des options possibles dans nos référentiels mais elle n'est pas recommandée de manière systématique [45]INCA2018.

Problématique et objectifs de l'étude

Il est donc actuellement admis que l'IRM est un examen performant dans le bilan initial locorégional des cancers du col de l'utérus et que la TEP-TDM au FDG est un examen indispensable pour l'évaluation du statut ganglionnaire aortique et des localisations à distance.

Des études ont évalué l'apport des images hybrides TEP-IRM dans le cadre de ce bilan initial et la fusion apporte les avantages combinés des deux examens pris séparément[18, 20-24].

Dans le cas de l'évaluation de la réponse tumorale après traitement, l'IRM est l'examen de référence. Cependant comme nous l'avons vu précédemment, l'interprétation de cet examen est difficile du fait des modifications tissulaires induites par la radiothérapie[39, 42, 43]. Les modalités techniques, le délai de réalisation ne sont actuellement pas clairement établis. Malgré, une supériorité de sa spécificité, la réalisation d'une TEP-TDM est également discutée.

Dans ce contexte, il nous a paru légitime d'analyser les apports de l'imagerie hybride TEP-IRM. **Nous avons supposé que la combinaison de l'analyse morphologique de l'IRM et des données métaboliques de la TEP au FDG, en fusion a posteriori et pourrait améliorer les performances diagnostiques de ces deux examens pris séparément en situation de réévaluation post traitement.**

Une seule étude publiée en 2018 a évalué l'imagerie hybride par TEP-IRM dans ces conditions de post radio-chimiothérapie concomitante dans le cancer du col [46]. Elle a permis de mettre en évidence une amélioration de l'aire sous la courbe par rapport à l'IRM, ainsi qu'une amélioration de la certitude diagnostique des médecins imageurs grâce à l'utilisation de la fusion d'image.

Selon le GCIG, «l'intégration de l'imagerie moderne pourrait également permettre une meilleure sélection des patientes pour les études cliniques et le développement des nouvelles stratégies thérapeutiques» car en effet la détection précoce, dès la fin de la radio-chimiothérapie concomitante, des patientes «mauvaises répondeuses» qui ont un pronostic sombre est un enjeu majeur dans la prise en charge des cancers du col [4]. Par ailleurs, il est également intéressant de diminuer le nombre de faux positif en réévaluation afin de ne pas sur traiter les patientes ce qui aurait pour conséquences une altération inutile de leur qualité de vie.

L'objectif de notre étude est d'analyser la faisabilité de la fusion TEP-IRM et les performances diagnostiques de l'IRM, de la TEP-TDM et de l'imagerie hybride TEP-IRM en fusion à posteriori dans l'évaluation de la réponse tumorale après radio-chimiothérapie concomitante chez les patientes présentant un cancer du col de l'utérus localement avancé en les comparant au gold standard qu'est l'analyse anatomo-pathologique. Nous avons également étudié l'intérêt de la réalisation de cette fusion d'image en analysant son impact sur le degré de certitude diagnostique des médecins lecteurs.

MATERIELS ET METHODES

Pour cette étude, nous avons dans un premier temps évalué la faisabilité de la réalisation d'images hybrides TEP-IRM par la réalisation des fusions des TEP et des IRM initiales et de réévaluation post-thérapeutiques. Dans un deuxième temps, nous avons évalué les performances diagnostiques des examens pris séparément et des examens fusionnés réalisés en post-thérapeutique. Enfin, nous avons évalué l'intérêt pour les médecins imageurs de la réalisation de la fusion TEP-IRM de trois façons :

- par l'évaluation du degré de certitude sur la présence ou l'absence de résidu tumoral sur les examens pris séparément et fusionnés **sur une échelle de jugement de Likert sur 5 points**
- par l'évaluation de l'impact de la fusion au moment de l'interprétation sur le degré de certitude diagnostique **sur une échelle de jugement de Likert sur 5 points**
- par une question sur le changement d'interprétation grâce à la disponibilité des images fusionnées.

Critères d'inclusion

Nous avons étudié rétrospectivement les patientes ayant eu un cancer du col utérin localement avancé, stade FIGO IB2 à IVA, prises en charge au CHU de Toulouse et à l'Institut Paoli Calmettes entre 2008 et 2015. Elles devaient avoir eu une évaluation iconographique initiale et après radio-chimiothérapie concomitante par TEP-TDM et IRM pelvienne et une chirurgie de clôture avec une analyse anatomo-pathologique.

Traitement et surveillance

Les patientes recevaient un traitement standardisé sous la forme d'une radio-chimiothérapie concomitante. La radiothérapie externe délivrait 45 Gy en 25 fractions de 1,8 Gy, sur une période de 5 semaines, à la région pelvienne. En cas de positivité d'un des ganglions du curage lombo-aortique ou de la TEP-TDM initiale en lombo-aortique les champs de radiothérapie étaient étendus à la région lombo-aortique. Une chimiothérapie concomitante par Cisplatine était administrée à la dose hebdomadaire de 40 mg/m².

A la fin de cette séquence thérapeutique, un examen gynécologique, une IRM pelvienne et une TEP-TDM de réévaluation étaient effectués, permettant d'évaluer la réponse tumorale à 45 Gy, et d'adapter le traitement de clôture.

A Toulouse, en fonction des données de l'IRM pelvienne et de la TEP-TDM réalisés à 45 Gy, les patientes étaient divisées en deux groupes (annexe 2). En cas de réduction de la taille tumorale de 50% ou plus, la patiente était considérée comme « bonne répondeuse ». Dans ce cas, une curiethérapie intracavitaire utérovaginale exclusive permettait de délivrer 35 Gy supplémentaires en bas débit. Lorsque la réduction de la taille tumorale était inférieure à 50%, la réponse n'était pas satisfaisante et une chirurgie de clôture avec un objectif de marges in sano était réalisée après une curiethérapie préopératoire intracavitaire délivrant 15 Gy en bas débit. En cas d'impossibilité de réaliser la curiethérapie, une chirurgie exclusive selon les mêmes principes carcinologiques d'exérèse in sano était pratiquée. Les patientes non opérées ont été exclues.

A l'institut Paoli Calmettes, l'IRM et la TEP-TDM étaient réalisées après la curiethérapie utéro-vaginale de 15 Gy mais quelle que soit la réponse au traitement à l'imagerie, une chirurgie de clôture était réalisée.

La surveillance post thérapeutique comprenait une consultation avec examen clinique gynécologique tous les 4 mois pendant 2 ans, puis tous les 6 mois pendant 3 ans. En cas d'examen clinique impossible ou anormal, des examens d'imagerie complémentaires (IRM ou TDM) étaient réalisés.

L'ensemble des données cliniques, anatomopathologiques et thérapeutiques a été recueilli à partir du dossier médical informatisé des patientes.

Analyse de l'imagerie

Faisabilité :

Tous les examens d'imagerie ont été relus.

Un médecin nucléaire senior et un radiologue senior, tous deux experts en oncogynécologie, ont relu les examens pré-et-post thérapeutiques en aveugle, IRM et

TEP-TDM séparément. Au moins 4 semaines plus tard un médecin nucléaire expert a réalisé et analysé les fusions.

Les fusions ont été réalisées de façon rétrospective avec le logiciel Integrated Registration sur console de traitement Advantage Workstation, General Electric.

Pour l'étude de la tumeur primitive, le recalage d'image a été effectué en fusionnant les contours utérins du scanner de la TEP-TDM sur les contours IRM de l'utérus sur les séquences T2 dans les trois plans, ce qui permettait un recalage satisfaisant de la tumeur primitive entre les différentes modalités et permettait de s'affranchir des variations de position de l'utérus entre des examens TEP-TDM et IRM qui n'étaient pas réalisés le même jour.

Une deuxième opération de recalage entre les modalités était ensuite faite sur les repères anatomiques du cadre osseux du bassin, qui nous ont semblé les plus pertinents pour obtenir une fusion satisfaisante des régions anatomiques fixes et donc d'étudier notamment les aires ganglionnaires pelviennes et lombo-aortiques.

Une analyse morphologique (taille de la tumeur et des ganglions pelviens, mesure du résidu tumoral en mm) et fonctionnelle (pour l'IRM : mean ADC et prise de contraste Gadolinium ; et pour le TEP-TDM : SUVmax, TLG, MTV) des images a également été menée.

Performances diagnostiques :

Les performances diagnostiques sont indiquées par la sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive et la valeur prédictive négative. Elles ont été calculées par rapport à l'analyse anatomopathologique.

La sensibilité (Se) d'un test diagnostique est sa capacité à détecter tous les malades et donc à avoir le moins de faux négatifs (FN) possible, tandis que la spécificité (Sp) d'un test est sa capacité à ne détecter que les malades et donc à avoir le moins de faux positifs (FP) possible.

$$Se = VP/VP+FN \quad Sp = VN/VN+FP$$

La valeur prédictive positive (VPP) est la probabilité que la maladie soit présente lorsque le test est positif et la valeur prédictive négative (VPN) est la probabilité que la maladie ne soit pas présente lorsque le test est négatif.

$$VPP = VP/VP+FP \quad VPN = VN/VN+FN$$

Elles sont représentées par une courbe ROC de l'anglais "receiver operating characteristic", dite aussi courbe sensibilité/spécificité. Pour pouvoir déterminer la validité d'un test diagnostique quantitatif, il est nécessaire de calculer la surface située sous la courbe ROC (= AUC Area Under the Curve).

Degré de certitude pour l'évaluation du résidu tumoral et apport de la fusion :

En situation de réévaluation nous avons utilisés les critères RECIST revisités pour l'IRM et PERCIST pour la TEP-TDM pour statuer sur la présence ou l'absence de résidu tumoral [9, 47].

Lors des relectures séparées de l'IRM, de la TEP-TDM et des images fusionnées TEP-IRM, nous avons évalué le **degré de certitude sur la présence ou l'absence d'un résidu tumoral** par le médecin senior selon une échelle de jugement de Likert comprenant les items suivants :

- 0 : Absence de résidu tumoral de façon certaine
- 1: Absence probable de résidu tumoral
- 2 : Douteux
- 3 : Présence probable d'un résidu tumoral
- 4: Présence d'un résidu tumoral de façon certaine.

Dans le bilan pré- et post-thérapeutique, nous avons évalué **l'impact de la fusion sur le degré de certitude du médecin imageur** au moment de l'interprétation avec une échelle de jugement de Likert sur 5 points qui sont :

- 0: Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine,
- 1: Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique,
- 2: douteux,
- 3: Probable amélioration de la certitude diagnostique,
- 4: Amélioration certaine de la certitude diagnostique.

Un changement dans le degré de certitude diagnostique était défini avec un cut-off prédéterminé : score 2. Seuls les scores 3 et 4 étaient donc considérés comme une amélioration du degré de certitude.

Pour l'évaluation de l'intérêt de la fusion dans la réévaluation post traitement, nous avons inclus une évaluation binaire (Oui/Non) par le médecin imageur appelée : « **changement d'interprétation** ». La question posée était : si la fusion avait été disponible au moment des examens votre interprétation aurait-elle été modifiée ?

Analyse anatomopathologique

Pour être incluses, les patientes devaient avoir eu une chirurgie de clôture afin de comparer les résultats iconographiques aux mesures de maladie résiduelle en mm de l'analyse anatomopathologique. Les performances diagnostiques de l'imagerie hybride sont donc comparées au gold standard qu'est l'analyse anatomopathologique. Le volume résiduel est exprimé en mm.

Analyse statistique

La description des patients a été réalisée par le calcul d'effectifs et de pourcentages pour les variables catégorielles et par les indicateurs de tendance centrale (moyenne, médiane) et de dispersion (minimum, maximum, écart type et interquartiles) pour les variables continues. Les estimations de sensibilités, spécificités, valeurs prédictives positives et négatives avec leur intervalle de confiance à 95%, ont été faites comparativement au résultat anatomopathologique de la présence ou non d'un résidu tumoral. Les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel stata version 14.2 (StataCorp).

RESULTATS

I. Caractéristiques des patientes et des prises en charge (tableau 1)

Trente et une patientes ont été incluses dans l'étude. L'âge moyen au diagnostic était de 51,8 ans (± 12). Quarante-vingt pour cent des patientes présentaient un stade FIGO IIB (soit 24 patientes), deux patientes étaient à un stade IB1 N+ (6,7%), une à un stade IB2 (3,3%), deux à un stade IIIB (6,7%) et une à un stade IVA (3,3%).

Toutes les patientes ont eu une stadification ganglionnaire aortico-cave. Dans 80,6% des cas, il s'agissait d'une stadification chirurgicale. Dans les 19,4% des cas restants, la TEP-FDG montrant un hypermétabolisme significatif en lombo-aortique, la stadification chirurgicale n'a pas été réalisée selon les recommandations actuelles.

L'analyse anatomo-pathologique du curage lombo-aortique de stadification était positive chez 20 patientes sur les 25 stadifications chirurgicales (80,6%).

Toutes les patientes ont reçu une radio-chimiothérapie concomitante et 93,1 % ont eu une curiethérapie. En moyenne, la réévaluation iconographique par IRM intervenait 0,8 mois ($\pm 1,1$) après la fin du traitement par radio-chimiothérapie concomitante.

Toutes les patientes ont eu une chirurgie de clôture. Dans 74,2% des cas, une hystérectomie totale (23 patientes) a été réalisée, dans 22,6% des cas une hystérectomie élargie (7 patientes) et dans 3,2% des cas une exentération (1 patiente).

Caracteristiques des patientes	
Age au diagnostic (n=31)	
Moyenne (Ecart Type)	51.8 (12.0)
IMC (n=31)	
Moyenne (Ecart Type)	24.1 (5.3)
Histologie (n=31)	
Epidermoide n (%)	21 (67.7)
Adenocarcinome n (%)	10 (32.3)
Classification FIGO IRM (n=31)	
IB1 n(%)	2(6.7)
IB2 n(%)	1(3.3)
IIB n(%)	24(80.0)
IIIB n(%)	2 (6.7)
IVA n(%)	1 (3.3)
Prise en charge	
Lymphadenectomie lomboaortique de stadification (n=31)	
Oui n(%)	25 (80.6)
Non n(%)	6 (19.4)
Ganglions lomboaortiques positifs (n=25)	
Oui n(%)	20 (80)
Non n(%)	5 (20)
Missing	6 (19.4)
Radiochimiotherapie concomittante (n=31)	
Oui n(%)	31 (100)
Non n(%)	0(0.0)
Curietherapie (n=29)	
Oui n(%)	27 (93.1)
Non n(%)	2 (6.9)
Missing n(%)	2 (6.5)
Chirurgie de clotûre (n=31)	
Oui n(%)	31(100.0)
Non n(%)	0(0.0)
Type de chirurgie (n=31)	
Hysterectomie totale	23 (74.2)
Hysterectomie élargie	7 (22.6)
Exenteration	1 (3.2)
Intervalle entre dernier traitement et réévaluation iconographique (n=31)	
Moyen en mois (ecart type)	0.8 (1.1)

Tableau 1 : Caractéristiques générales des patientes

II. Faisabilité et technique de réalisation des fusions TEP-IRM

Nous avons réalisé 24 fusions d'images TEP-IRM du bilan initial et 29 fusions après radiochimiothérapie concomitante. En réévaluation, il n'a pas été possible de réaliser la fusion du fait de l'impossibilité de récupérer les images IRM et TEP-TDM pour une patiente (patiente 15) et du fait de la mauvaise qualité de la TEP-TDM pour une autre patiente (patiente 25). Nous avons colligé dans un cahier la description des cas des patientes en réalisant une description sémiologique radiologique afin que notre expérience puisse servir à d'autres équipes souhaitant faire de la fusion TEP-IRM grâce à ce type de logiciel (annexe 3). Il s'agit là d'une base de 31 cas cliniques qui pourront être ultérieurement utilisés pour l'enseignement à la fois du DFASM (Diplôme de Formation Approfondie en Sciences Médicales) sous la forme de dossiers progressifs pour l'apprentissage de la pathologie onco-gynécologique et à la formation des médecins imageurs : radiologues et médecins nucléaires pendant et/ou après l'internat à la pratique et à la lecture de la fusion TEP-IRM.

III. Evaluation IRM, TEP-TDM et Fusion TEP-IRM au bilan initial (Tableau 2)

Au bilan initial, concernant l'évaluation de l'impact de la fusion sur le degré de certitude diagnostique **dans 50% des cas les médecins imageurs ont rapporté une amélioration de leur degré de certitude diagnostique** (item 3 : probable amélioration de la certitude diagnostique et item 4 : amélioration certaine de la certitude diagnostique) **grâce à la lecture des deux examens fusionnés.**

Evaluation de l'impact de la fusion sur le degré de certitude diagnostique au moment du bilan initial (n=24)	
Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine n(%)	10 (41.7)
Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique n(%)	2(8.3)
Probable amélioration de la certitude diagnostique n(%)	7(29.2)
Amélioration certaine de la certitude diagnostique n(%)	5(20.8)
Examens non disponibles n(%)	7(22.6)

Tableau 2 : Impact de la fusion sur le degré de certitude diagnostique au moment du bilan initial

III. Evaluation de l'IRM, de la TEP-TDM et de la Fusion TEP-IRM en réévaluation

A. Performances diagnostiques dans l'évaluation de la réponse aux traitements (tableau 3)

La sensibilité du résultat IRM était de 90% [79%-100%] et sa spécificité de 40% [22%-58%]. La valeur prédictive positive, probabilité d'avoir un résidu tumoral à l'histologie quand l'IRM montrait un résidu tumoral était de 75% [60%-90%]. La valeur prédictive négative, probabilité de ne pas avoir de résidu tumoral quand l'IRM était négative était de 67% [50%-84%].

Pour la TEP-TDM la sensibilité est de 79% [64%-94%], la spécificité est de 90% [79%-100%], la valeur prédictive positive est de 94% [85%-100%] et valeur prédictive négative est de 69% [52%-86%].

Pour la fusion TEP-IRM la sensibilité est de 79% [64%-94%], la spécificité est de 90% [79%-100%], la valeur prédictive positive est de 94% [85%-100%] et valeur prédictive négative est de 69% [52%-86%].

Examen	Sensibilité	Spécificité	VPP	VPN	AUC (Standard error)	IC 95%
IRM % [IC 95%]	90 [79-100]	40 [22-58]	75 [60-90]	67 [50-84]	0.77(0.09)	0.59-0.94
PET-TDM [IC 95%]	79 [64-93]	90[79-100]	94 [85-100]	69 [52-86]	0.73(0.11)	0.53-0.94
PET-IRM [IC 95%]	79 [64-93]	90[79-100]	94 [85-100]	69 [52-86]	0.73(0.11)	0.53-0.94

Tableau 3 : Performances diagnostiques de l'IRM, de la TEP-TDM et de la fusion TEP-IRM dans l'évaluation du résidu tumoral.

Les aires sous la courbe des trois techniques d'imagerie ont été calculées. Celle de l'IRM est à 0,77 et celle de la TEP-TDM et celle de la fusion TEP-IRM à 0,73. Il n'y a pas de différence significative entre ces valeurs. Les courbes ROC de la TEP et de la fusion sont superposables (figure 2).

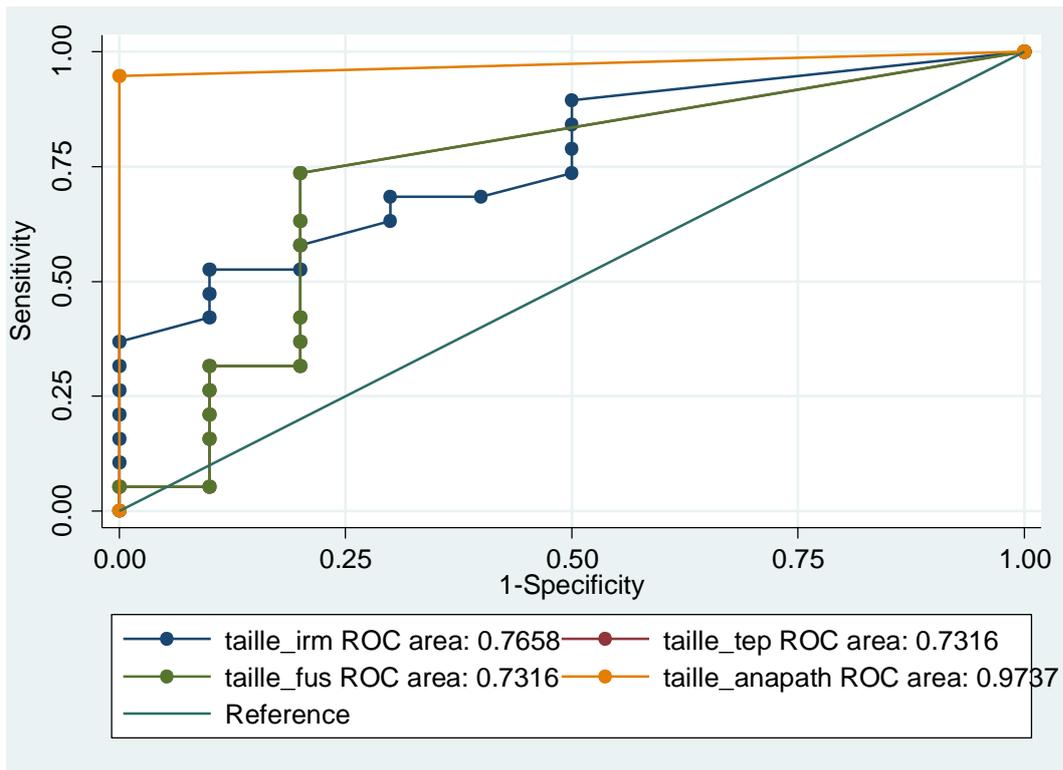


Figure 2 : Courbes ROC pour l'IRM et la TEP et la fusion.

B. Degré de certitude diagnostique pour l'évaluation du résidu tumoral

Dans 20% des cas les radiologues ne sont pas certains de l'évaluation du résidu tumoral avec l'IRM seule (absence probable de résidu tumoral et présence probable d'un résidu tumoral) (tableaux 4 et 7).

Evaluation du résidu tumoral à l'IRM (n=30)	
Absence de résidu tumoral de façon certaine n(%)	4(13.3)
Absence probable de résidu tumoral n(%)	3(10)
Douteux n(%)	0(0.0)
Présence probable d'un résidu tumoral n(%)	3(10)
Présence d'un résidu tumoral de façon certaine n(%)	20(66.7)
Examen non disponible n(%)	1(3.2)

Tableau 4 : Evaluation du résidu tumoral à l'IRM

En TEP-TDM il n'y a pas de cas d'absence probable de résidu tumoral. Les médecins nucléaires ne sont pas certains de l'évaluation du résidu tumoral avec la TEP-TDM seule dans 6,9% des cas soit deux patientes (absence probable de résidu tumoral et présence probable d'un résidu tumoral). (tableaux 5 et 7)

Evaluation du résidu tumoral en TEP-TDM (n=29)	
Absence de résidu tumoral de façon certaine n(%)	14(48.3)
Absence probable de résidu tumoral n(%)	0(0.0)
Douteux n(%)	0(0.0)
Présence probable d'un résidu tumoral n(%)	2(6.9)
Présence d'un résidu tumoral de façon certaine n(%)	13(44.8)
Missing n(%)	2(6.5)

Tableau 5 : Evaluation du résidu tumoral en TEP-TDM

Après réalisation de la fusion des images de TEP et d'IRM, **l'adjonction des images de TEP permet au radiologue d'augmenter son niveau de certitude par rapport à la lecture de l'IRM seule puisque** le doute persiste sur la présence d'un résidu tumoral dans 6,9% des cas soit deux patientes (absence probable de résidu tumoral et présence probable d'un résidu tumoral) (tableaux 6 et 7).

Evaluation du résidu tumoral en TEP-IRM (n=29)	
Absence de résidu tumoral de façon certaine n(%)	14(48.3)
Absence probable de résidu tumoral n(%)	0(0.0)
Douteux n(%)	0(0.0)
Présence probable d'un résidu tumoral n(%)	2(6.9)
Présence d'un résidu tumoral de façon certaine n(%)	13(44.8)
Missing n(%)	2(6.5)

Tableau 6 : Evaluation du résidu tumoral avec le fusion TEP-IRM

	Evaluation du résidu tumoral à l'IRM (n=30)	Evaluation du résidu tumoral en TEP-TDM (n=29)	Evaluation du résidu tumoral en Fusion TEP-IRM (n=29)
Interpretations certaines n(%)	24 (80)	27 (93)	27 (93)
Interpretations probables n(%)	6 (20)	2 (7)	2 (7)

Tableau 7 : Comparaison des certitudes d'interprétation en fonction du type d'examens

La certitude diagnostique concernant l'évaluation du résidu tumoral après traitement par radio-chimiothérapie concomitantes est plus importante pour les images fusionnées TEP-TDM et TEP-IRM par rapport à l'IRM seule.

C. Evaluation de l'impact de la fusion sur le degré de certitude diagnostique au moment de la réévaluation

Dans 45% des cas, les médecins imageurs ont rapporté une amélioration de leur degré de certitude diagnostique (item 3 : probable amélioration de la certitude diagnostique et item 4 : amélioration certaine de la certitude diagnostique) **grâce à la lecture des deux examens fusionnés** (tableau 8).

Evaluation de l'impact de la fusion sur le degré de certitude diagnostique au moment de la réévaluation (n=29)	
Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine n(%)	3(10.3)
Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique n(%)	9(31.0)
Douteux n(%)	4(13.8)
Probable amélioration de la certitude diagnostique n(%)	11(37.9)
Amélioration certaine de la certitude diagnostique n(%)	2(6.9)
Examens non disponibles n(%)	2(6.5)

Tableau 8 : Evaluation de l'impact de la fusion sur le degré de certitude diagnostique au moment de la réévaluation

D. Discordances IRM/TEP-TDM

Sur les 4 interprétations d'absence certaine de résidu tumoral suite à l'IRM, trois (75%) ont été également objectivées par la TEP-TDM, il y a donc eu ici **un cas de discordance** entre les deux examens. Dans ce cas de discordance les résultats de la TEP-TDM ont été confirmés par l'analyse anatomopathologique.

Les 20 interprétations de **résidu tumoral certain à l'IRM** ont été pour 13 d'entre-elles (65%) concordantes avec la TEP-TDM, soit **6 cas discordants (30%)** (un cas où la fusion TEP-IRM n'a pas été faite car les images TEP-TDM n'étaient pas interprétable du fait d'une mauvaise qualité). Sur ces 6 cas, 5 sont des faux positifs de l'IRM et un cas est un faux négatif de la TEP-TDM.

Les 3 cas de présence **probable** d'un résidu tumoral à l'IRM ont été **discordants avec le TEP-TDM. Deux d'entre eux étaient en fait des faux positifs de l'IRM.**

Il y a eu un cas d'absence probable de résidu tumoral à l'IRM avec présence probable de résidu en TEP-TDM et fusion TEP-IRM. L'anatomopathologie a donné raison à l'IRM dans ce cas.

Ces situations de discordances entre TEP-TDM et IRM sont au nombre de 11 et sont surlignées en gris sur le tableau 9.

Sur ces onze cas l'impact de la fusion sur **le degré de certitude diagnostique au moment de la réévaluation a été une amélioration dans neuf cas** (probable amélioration de la certitude diagnostique et amélioration certaine de la certitude diagnostique) et douteux dans deux cas.

Evaluation du résidu tumoral à l'IRM	Evaluation du résidu tumoral au TEP-TDM					Total
	-/- n(%)	- n(%)	+n(%)	+/+ n(%)	Missing	
-/- n(%)	3 (75)	0(%)	0(0)	1 (25)	0 (0)	4 (100)
- n(%)	2 (67)	0(%)	1(33)	0 (0)	0 (0)	3 (100)
+n(%)	3 (100)	0(%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (100)
+/+ n(%)	6 (30)	0(%)	1 (5)	12 (60)	1(5)	20 (100)
Total	14 (48)	0(%)	2 (7)	13 (46)	0 (0)	29 (100)

Tableau 9 : Confrontation des interprétations d'IRM et de TEP-TDM; -/- : Absence de résidu tumoral de façon certaine, - : absence probable de résidu tumoral, + : présence probable de résidu tumoral, +/+ : présence certaine de résidu tumoral. Les situations discordantes sont surlignées en gris

E. Changement d'interprétation des examens après visualisation des images fusionnées

A la question : « si la fusion avait été disponible au moment des examens votre interprétation aurait-elle été modifiée ? », **un changement d'interprétation des examens était observé pour 9 interprétations par la fusion TEP-IRM sur les 29 évaluées (31%). Dans ces 9 situations la fusion a permis une amélioration du degré de certitude diagnostique du médecin imageur** (probable amélioration de la certitude diagnostique et amélioration certaine de la certitude diagnostique).

Patiente	IRM		PET		PET-IRM		Anapath - Residu tumoral	Impact fusion sur la certitude diagnostique	Changement d'interprétation
	Interpretation RT	Score de certitude	Interpretation RT	Score de certitude	Interpretation RT	Score de certitude			
1	VN	0	VN	0	VN	0	Non	0	Non
2	VP	3	FN	0	FN	0	Oui	3	Oui
3	VP	4	VP	4	VP	4	Oui	1	Non
4	FP	4	VN	0	VN	0	Non	2	Non
5	FP	4	VN	0	VN	0	Non	2	Non
6	VP	4	VP	4	VP	4	Oui	2	Non
7	FP	3	VN	0	VN	0	Non	3	Oui
8	VN	1	VN	0	VN	0	Non	1	Non
9	FP	3	VN	0	VN	0	Non	3	Oui
10	VP	4	FN	0	FN	0	Oui	3	Oui
11	VP	4	VP	4	VP	4	Oui	1	Non
12	VP	4	VP	4	VP	4	Oui	1	Non
13	VP	4	VP	4	VP	4	Oui	1	Non
14	VN	0	VN	0	VN	0	Non	0	Non
15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Non	ND	ND
16	VP	4	VP	4	VP	4	Oui	2	Non
17	VP	4	VP	4	VP	4	Oui	3	Non
18	FN	0	FN	0	FN	0	Oui	0	Non
19	FP	3	VP	4	VP	4	Oui	3	Oui
20	FP	3	VN	0	VN	0	Non	3	Oui
21	VP	4	FN	0	FN	0	Oui	3	Oui
22	VP	4	VP	4	VP	4	Oui	3	Oui
23	VP	4	VP	4	VP	4	Oui	1	Non
24	VP	4	VP	4	VP	4	Oui	1	Non
25	VP	4	ND	ND	ND	ND	Oui	ND	ND
26	VP	4	VP	4	VP	4	Oui	1	Non
27	VP	1	FP	3	VP	2	Non	3	Oui
28	VP	4	VP	3	VP	3	Oui	3	Non
29	VN	1	VN	0	VN	0	Non	1	Non
30	VP	4	VP	4	VP	4	Oui	3	Non
31	VP	4	VP	4	VP	4	Non	3	Non

Tableau 10 Evaluation du résidu tumoral à l'IRM, au TEP-TDM et avec la fusion TEP-IRM : **interprétation en fonction du résultat anatomo-pathologique (VP,VN,FN,FP), score de certitude (0 : Absence de résidu tumoral de façon certaine, 1: Absence probable de résidu tumoral 2 : Douteux 3 : Présence probable d'un résidu tumoral 4: Présence d'un résidu tumoral de façon certaine), impact de la fusion sur le degré de certitude (0: Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine, 1: Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique, 2: douteux, 3: Probable amélioration de la certitude diagnostique, 4: Amélioration certaine de la certitude diagnostique) et sur un éventuel changement d'interprétation (cas surlignés en gris). En bleu apparaissent les cas où l'IRM et de le TEP-TDM étaient discordants.**

DISCUSSION

A notre connaissance, il s'agit de la plus importante série évaluant la faisabilité, les performances diagnostiques et l'intérêt pour l'imageur, par le biais de l'étude de l'impact sur son degré de certitude diagnostique, de la fusion TEP-IRM après radiochimiothérapie concomitante dans les cancers du col de l'utérus localement avancés. Une étude préliminaire, publiée en 2018, portant sur 10 patients, montrait la faisabilité de la fusion en prospectif avec une amélioration de la certitude diagnostique et une tendance à une amélioration des performances diagnostiques par rapport aux examens d'IRM et de TEP-TDM [45].

Faisabilité

Nous avons réalisé 24 fusions d'images TEP et IRM dans le cadre du bilan initial et 29 fusions en réévaluation, soit 53 fusions TEP-IRM.

Dans la littérature, trois techniques sont décrites :

1. Les patientes passent les deux examens d'imagerie à des moments différents. Les images de la TEP-TDM et de l'IRM sont ensuite fusionnées sur console avec un logiciel. La limite principale de ce mode de fusion d'image étant l'acquisition séquentielle non simultanée et donc la séparation temporelle des données obtenues par l'IRM et par la TEP augmentant les possibilités de décalage anatomiques des informations obtenues.
2. Les patientes passent les deux examens à la suite sur une machine type «tandem» dans lequel 2 systèmes (TEP et IRM) sont aboutés l'un à l'autre. L'acquisition des images est alors séquentielle (d'abord dans une machine puis dans l'autre). Ce type de machine fut le premier développé car il ne nécessitait que peu de modifications des machines préexistantes. Le risque de décalage anatomique est alors diminué mais il n'est pas aboli.
3. Les patientes passent un seul examen sur une machine hybride TEP-IRM : type « intégré » plus récent et technologiquement plus complexe, dans lequel la couronne de détecteur TEP est insérée dans l'aimant de l'IRM ce qui rend possible

des acquisitions simultanées TEP et IRM et la disparition des décalages anatomiques entre les modalités. Il n'existe actuellement en France que quatre machines de ce type (à la Pitié-Salpêtrière, à l'Hôpital Henri-Mondor à Créteil, au CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives) de l'hôpital d'Orsay et à Lyon.

Dans notre étude rétrospective avec des examens réalisés à des moments différents, sur des machines diverses et sur une longue période, nous avons utilisé la première technique. Kazuhiro Kitajima et al, ont démontré sur une série de 30 patients la faisabilité de la fusion TEP-IRM en rétrospectif [20].

La réalisation pratique de ces fusions TEP-IRM en initial et en réévaluation, nous a permis de réaliser que les outils automatiques de fusion nécessitaient toujours une retouche manuelle pour repositionner les repères. En effet dans notre étude rétrospective les examens étaient réalisés à des moments différents ce qui implique des configurations anatomiques locales différentes sur le plan digestif et urinaire ainsi que des positions différentes pendant l'examen. Nous avons appliqué une technique en deux temps, le premier consistait à caler les images de la TEP-TDM et de l'IRM dans les trois plans de l'espace **sur les contours utérins** pour permettre une évaluation satisfaisante **de la tumeur en initial et du résidu tumoral en réévaluation** (figure 3 A et B). Le deuxième temps avait pour objectif l'évaluation du **statut ganglionnaire**. Ces derniers étant immobiles, nous utilisons **les repères osseux** (rachis et bassin) pour caler les images dans les trois plans de l'espace (figure 3 C et D). **Cette nouvelle méthodologie de fusion en deux niveaux**, nous a permis de lever autant que possible l'obstacle des différences de réplétion vésicale et rectale, de position sur les tables d'examen, et les variabilités de version de l'utérus.

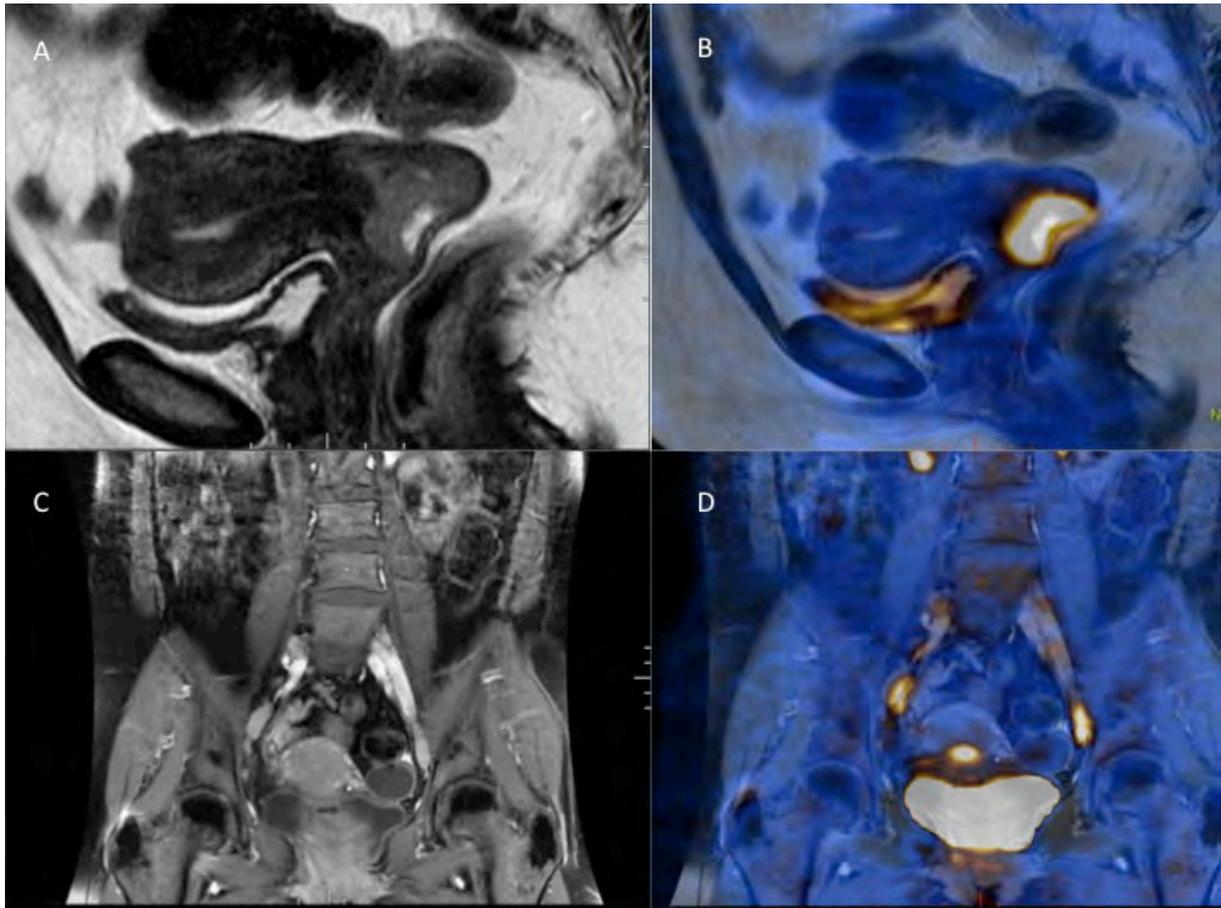


Figure 3 : A: Coupe frontale IRM T2 B: Coupe frontale TEP-IRM C: Coupe sagittale IRM T2 D: Coupe sagittale TEP-IRM

Cette étape de faisabilité, nous a permis de constater les évolutions récentes en TEP et IRM.

Les systèmes de détection TEP plus récents intègrent un grand nombre d'avancées technologiques qui permettent d'obtenir des images plus contrastées et mieux résolues, avec des acquisitions plus rapides, en utilisant des doses de radiotracteur plus faibles. Ainsi, les performances des caméras TEP-TDM modernes sont clairement améliorées, particulièrement en termes de sensibilité.

Nous avons également constaté que les examens n'étaient pas toujours réalisés selon les guides de bonne pratique et en particulier peu d'IRM comportaient des coupes abdominales jusqu'à la veine rénale gauche diminuant ainsi faussement les capacités de l'IRM dans le bilan ganglionnaire. Par ailleurs les séquences en diffusion n'étaient pas systématiquement réalisées.

Dans notre étude, les patientes non opérées ont été exclues puisque notre point de référence était l'analyse anatomopathologique. Cette exclusion ne doit pas être considérée comme un biais de sélection puisque seules la faisabilité et les performances diagnostiques de l'imagerie hybride TEP-IRM ont été évaluées. De la même façon, 80% des lymphadenectomies réalisées ont une analyse anatomopathologique positive. Ce résultat est supérieur aux données actuelles de la littérature. En effet, dans le 26^{ième} rapport annuel de la FIGO sur le cancer du col utérin ce taux est de 8% tous stades confondus [4]. S'agissant d'une étude de faisabilité, nous avons choisi volontairement des examens positifs au moment du diagnostic.

Performances Diagnostiques

Dans notre étude, la sensibilité du résultat de l'IRM était de 90% [79%-100%] et sa spécificité de 40% [23%-57%]. Ceci est comparable aux résultats de la littérature.

D'après Vincens en 2008 dans Cancer, la sensibilité et la spécificité de l'IRM réalisée 3 à 8 semaines après radio-chimiothérapie concomitante dans l'évaluation de la maladie résiduelle sont respectivement 80 et 55% [42].

Dans une étude rétrospective portant sur 159 patientes traitées par radio-chimiothérapie concomitante pour un cancer du col localement avancé, Hequet a évalué le volume résiduel par une IRM 4 à 6 semaines après traitement. Les résultats ont été comparés à l'examen anatomo-pathologique de la pièce opératoire obtenue lors de la chirurgie de clôture 8 à 10 semaines après la fin du traitement. L'IRM a une sensibilité de 77,8% et une spécificité de 41,7% [39].

D'après Ferrandina et al. l'IRM a une sensibilité à 86,1% contre 63,1% pour la TEP-TDM pour la mesure du résidu tumoral mais la spécificité de la TEP-TDM est meilleure (26% pour l'IRM vs 81% pour la TEP-TDM) [43].

Les valeurs diagnostiques de la TEP-TDM et celles de la fusion TEP-IRM sont identiques dans notre étude : la sensibilité est de 79% [64%-94%], la spécificité est de 90% [79%-100%], la valeur prédictive positive est de 94% [85%-100%] et valeur prédictive négative est de 69% [52%-86%].

La spécificité de la fusion TEP-IRM est donc améliorée par rapport à la spécificité de l'IRM seule. L'adjonction de l'IRM à la TEP permet de mieux apprécier les contours, limites et éventuelles extensions de contiguïté que sur la TEP-TDM du fait de l'excellent contraste tissulaire (en particulier séquences T2 et T1FS injectées) de l'IRM, très supérieur à celui du scanner même injecté, mais cela n'a pas eu d'impact sur les chiffres de sensibilité, spécificité, VPP et VPN dans notre étude.

Dans l'étude de Mongula et al., seule étude à ce jour publiée, évaluant l'imagerie hybride par TEP-IRM dans ces conditions post radio-chimiothérapie concomitante dans le cancer du col, il existe une amélioration des performances diagnostiques de la TEP-IRM par rapport à l'IRM seule. *Dix patientes ont été incluses de façon prospective et pour chacune d'entre elle une évaluation TEP-IRM corps entier sur une machine hybride a été réalisée après radio-chimiothérapie. La TEP-IRM a permis une amélioration de l'aire sous la courbe 0,83 vs 0,55 par rapport à l'IRM seule. Les données concernant le TEP ne sont pas significatives (AUC 0,95) [46].* Mais une des limites de cette étude était que le point de référence n'était pas le gold standard (examen anatomopathologique) mais le suivi. Dans notre étude, possiblement en raison du petit nombre de sujets, nous n'avons pas mis en évidence de différence significative entre les AUC des trois examens. L'AUC de l'IRM est à 0,77 et celle de la TEP-TDM et de la fusion TEP-IRM à 0,73.

A l'inverse de la pauvreté de la bibliographie en conditions post traitement, les performances diagnostiques de l'imagerie hybride TEP-IRM ont maintenant été bien étudiées au moment du bilan initial. *Récemment, une étude prospective menée en Allemagne sur 27 patientes atteintes d'une néoplasie cervicale a montré le potentiel de l'imagerie hybride TEP-IRM dans l'évaluation de la tumeur primaire (identification correcte du stade T 85%) et la détection d'adénopathies métastatiques (sensibilité 91%, spécificité 94% et précision diagnostique 93%). De plus, l'analyse quantitative de paramètres fonctionnels obtenus grâce à la TEP et à l'IRM (valeurs de la SUV et de l'ADC) est significativement corrélée au grade anatomopathologique et à la taille de la tumeur [18]. La même équipe avait pourtant montré en 2014 que la diffusion en TEP-IRM n'apportait pas de bénéfice sur la stadification de patientes avec des néoplasies pelviennes et rallongeait de façon majeure le temps d'examen [19].*

En 2014, Kitajima et al. ont étudié rétrospectivement la valeur diagnostique de la TEP-IRM pour la stadification T et N. Leurs résultats montrent une précision globale (overall accuracy) identique entre la TEP-IRM et l'IRM avec injection de produit de contraste (83,3%) pour la détermination du stade T et des valeurs significativement meilleures que celles obtenues par la TEP-TDM (53,3%) [20]. Il n'a pas été démontré de différence significative entre la lecture des images TEP-IRM fusionnées et analysées séparément. La TEP-IRM combine les atouts de l'IRM : une bonne précision diagnostique dans l'évaluation du stade T et de la TEP : une bonne précision diagnostique dans l'évaluation du stade N.

Une autre étude avait déjà objectivé en 2009, de meilleures performances diagnostiques dans la détection des adénopathies métastatiques pelviennes et para aortiques de la fusion TEP-IRM par rapport à la TEP-TDM en analysant les aires sous leurs courbes ROC de façon rétrospective [21]. Stecco en 2016 n'a pas mis en évidence de différence significative dans la détection des adénopathies entre TEP-IRM et TEP-TDM sur une série rétrospective de 14 patientes avec un cancer du col [22].

Une méta-analyse publiée en 2017 regroupant les sept principales études sur le rôle diagnostique de la TEP-IRM chez des patientes avec une néoplasie pelvienne retrouve en réalisant une analyse par patiente (3 études, 60 patientes) une sensibilité de 0.95 (95% CI 0.86-0.99), une spécificité de 0.95 (95% CI 0.74-1.00), un rapport de vraisemblance positif de 7.51 (95% CI 2.29-24.59), et un rapport de vraisemblance négatif de 0.12 (95% CI 0.05-0.29) pour la TEP-IRM dans le diagnostic d'une néoplasie gynécologique; en réalisant une analyse par lésion (2 études, 72 patientes, 226 lésions) la sensibilité est de 0.89 (95%IC 0.84-0.93), la spécificité de 0.87 (95%IC 0.74-0.95), le rapport de vraisemblance positif de 6.99 (95%IC 3.30-14.79), et le rapport de vraisemblance négatif 0.12 (95%IC 0.06-0.25) [18-20, 23].

La TEP-IRM, en combinant les avantages de l'IRM et de la TEP semble d'après Nie et al être une méthode diagnostique prometteuse pour les patientes avec des cancers gynécologiques [24].

Intérêts de la fusion pour le médecin lecteur

En situation de réévaluation après radio-chimiothérapie, situation délicate dans laquelle l'iconographie classique est souvent difficile à interpréter en raison des remaniements tissulaires secondaires aux traitements, nous avons montré que **la certitude diagnostique du médecin imageur est augmentée dans 45% des cas grâce à la lecture des deux examens fusionnés et un changement d'interprétation des examens est observé dans 31% des cas. Dans l'étude préliminaire de Mongula et al. il est retrouvé une amélioration de la confiance diagnostique dans 80-90% des cas, mais il n'est pas détaillé en quoi la fusion a amélioré la confiance dans chaque cas**[46].

Dans notre étude, en TEP-TDM et en TEP-IRM, il n'y a pas de cas « d'absence probable de résidu tumoral », quand l'examen est négatif, il n'y a pas de doute, **la TEP-IRM a comme la TEP-TDM une haute spécificité. Le doute ne persiste sur la présence d'un résidu tumoral que dans 6,9% (vs 20% pour l'IRM seule).**

Or en pratique clinique, dans cette situation de réévaluation après radio-chimiothérapie concomitante, c'est **la spécificité** qui est la plus importante. Il ne faut pas méconnaître la présence d'un résidu tumoral de façon certaine car il s'agit d'un critère de mauvais pronostic majeur [38-40].

Il apparaît alors indispensable de réaliser au moins une TEP-TDM en situation de réévaluation.

De plus, plusieurs études, dont celle de Schwarz, ont montré la valeur pronostique de la TEP-TDM au FDG à trois mois de la fin des traitements : *les paramètres métaboliques de la TEP-TDM post-thérapeutique réalisée 3 mois après la radio-chimiothérapie concomitante sont corrélés à la survie sans récurrence et au type de réponse métabolique (complète, partielle, progression) et sont associés à des taux différents de survie sans récurrence dans chaque groupe* [41]. *En situation de réponse complète observée à la TEP-TDM à 3 mois de la fin de la radio-chimiothérapie, la survie globale est excellente : 97%.* [48].

Selon une étude prospective incluant 60 patientes, les paramètres de réponse métabolique fournis par la TEP-TDM per-thérapeutique et post-thérapeutique, à un mois de la radio-chimiothérapie concomitante, sont des facteurs prédictifs de survie globale [49].

Dans une cohorte de 152 patientes avec un suivi de 28 mois Grigsby et al. ont montré que la réponse métabolique mesurée par la TEP-TDM après traitement était le facteur pronostic

indépendant de survie le plus significatif ($p < 0.01$ [50]).

Malheureusement en raison de notre nombre limité de cas nous n'avons pas pu étudier les valeurs quantitatives fonctionnelles de la TEP et de l'IRM.

Analyse des cas de discordances entre IRM et TEP-TDM en situation de réévaluation post-thérapeutique

Nous avons observé 7 cas de faux positifs de l'IRM (*cas 4, 5, 7, 9, 10, 20 et 22*). Six cas correspondaient à des vrais négatifs du TEP-TDM et de la TEP-IRM ce qui met en exergue les capacités de la TEP pour aider à la différenciation entre tissu fibreux post radio-chimiothérapie concomitante et résidu tumoral. Pour les patientes 7 et 9, l'IRM de réévaluation était en faveur de la présence d'un résidu tumoral mais cela a été dédouané par la TEP-TDM, et par la fusion TEP-IRM. Par exemple, pour la patiente 9, il n'y avait pas d'hyperfixation en regard de la zone en hyper-signal T2 douteuse à l'IRM (Figure 4). L'anatomo-pathologie a finalement donné raison à la TEP-TDM et à la fusion TEP-IRM

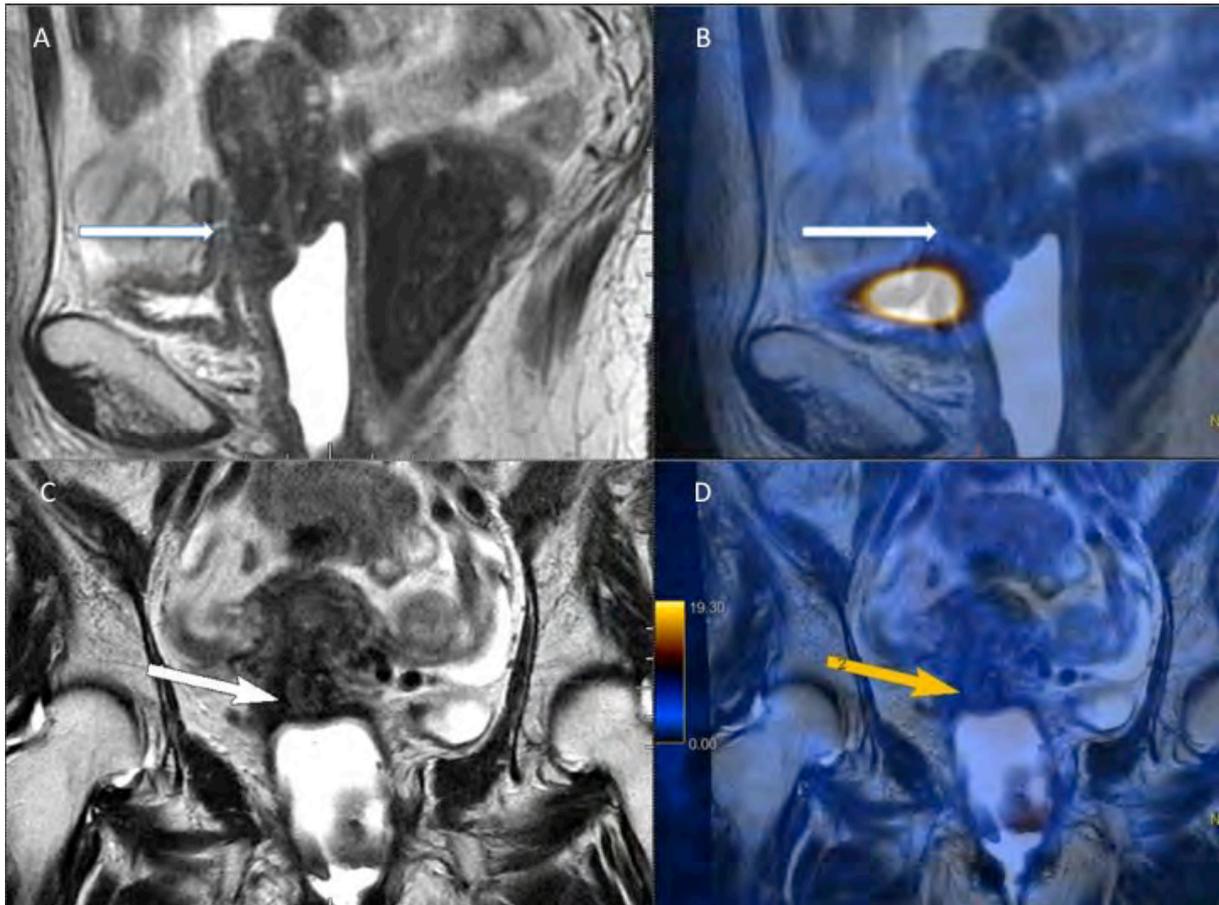


Figure 4 : Patiente 9 A: IRM T2 en coupe sagittale zone en hyper-signal douteuse, B: Absence de fixation TEP sur la coupe sagittale de Fusion TEP-IRM C: Coupe frontale IRM T2 Zone en hyper-signal douteuse D: Coupe frontale TEP-IRM dédoublant cette suspicion

Les résultats de l'analyse anatomopathologique de la pièce opératoire des patientes 10 et 22 sont respectivement « reliquat millimétrique à 1 mm de la marge latérale » et « cellules tumorales isolées sur 10mm ». Ces résultats ont été considérés comme positifs pour respecter les critères stricts de l'analyse statistique mais il est raisonnable de penser qu'en pratique ces résidus tumoraux ne peuvent pas être vus en imagerie et qu'ils ne correspondent donc pas à ce qui a été mesuré sur les IRM à 18 et 20mm. Ils doivent être considérés comme des faux positifs de l'IRM (Figures 5 et 6).

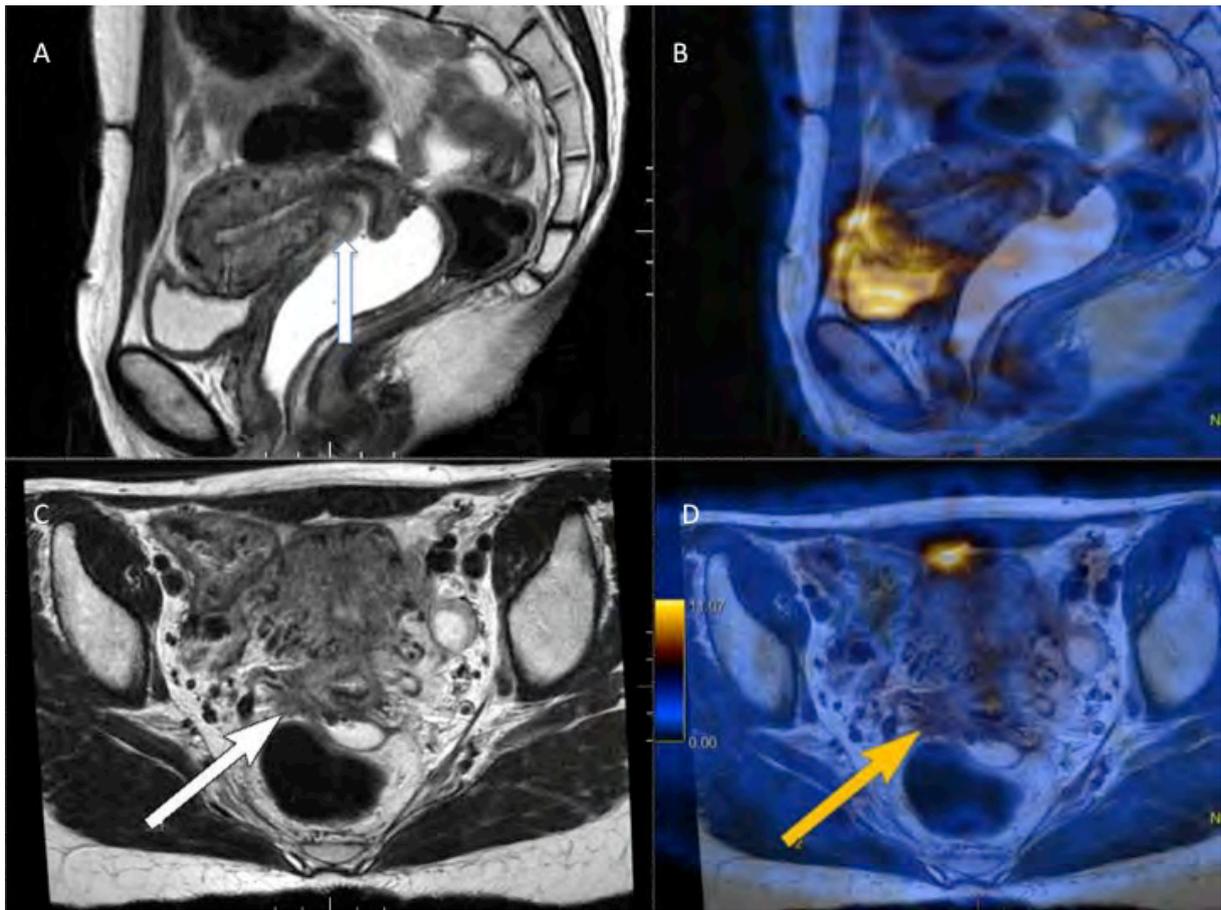


Figure 5 : Patiente 10 : A: IRM T2 en coupe sagittale zone en hyper-signal douteuse, B: Absence de fixation TEP sur la coupe sagittale de Fusion TEP-IRM C: Coupe frontale IRM T2 Zone en hyper-signal douteuse D: Coupe frontale TEP IRM dédouanant cette suspicion

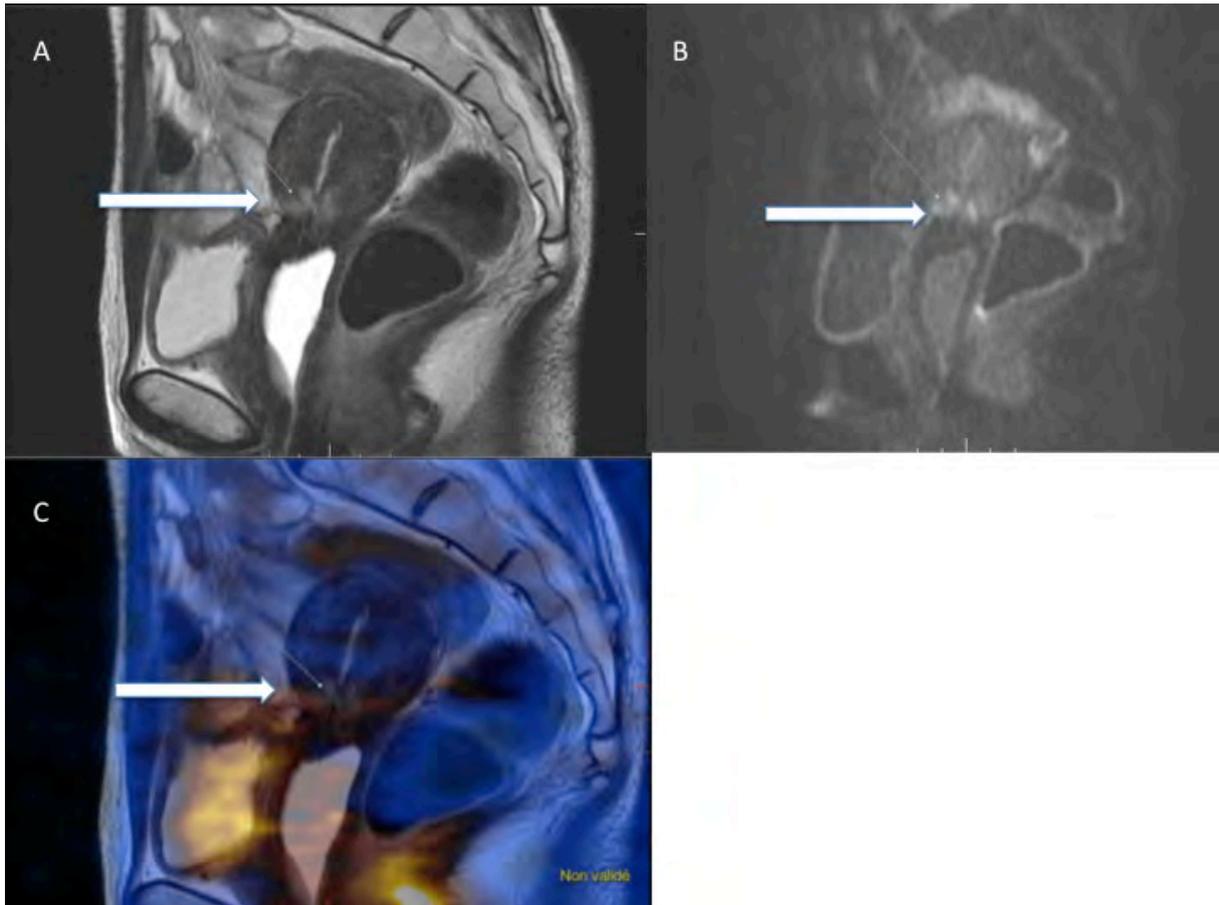


Figure 6 : Patiente 22 A: IRM T2 en coupe sagittale zone en hyper-signal douteuse, B : coupe sagittale : zone positive en diffusion C : Absence de fixation TEP sur la coupe sagittale de Fusion TEP-IRM

Les cas 4 et 5 sont aussi des situations de discordance entre TEP-TDM et IRM (IRM en faveur d'un résidu tumoral et TEP négatif) mais leurs interprétations sont plus délicates compte tenu d'un délai entre les deux examens de 2 mois. Il peut s'agir en effet d'un faux positif de l'IRM c'est à dire d'une zone de fibrose et qui n'aurait en effet pas été hypermétabolique si la TEP-TDM avait été contemporaine de l'IRM. L'autre hypothèse serait que le résidu tumoral était bien présent au moment de la réalisation de l'IRM mais que grâce à l'effet rémanent de la radiothérapie, il a fini par disparaître au moment de la TEP-TDM et de la chirurgie.

Le cas 20 est très intéressant. On trouve en réévaluation après traitement sur la TEP-TDM une hyperfixation pelvienne gauche pouvant évoquer une adénopathie, une urétérite post radique ou un nodule de carcinose. La fusion avec l'IRM a permis de mettre cette hyperfixation pelvienne gauche en regard d'une image IRM très évocatrice d'une diverticulite sigmoïdienne. Il n'y a ici pas d'impact sur les chiffres des

performances diagnostiques puisque les deux examens avaient conclu à juste titre à une absence de résidu tumoral mais il y a un vrai apport de la fusion pour la réalisation de co-diagnostic (figure 7).

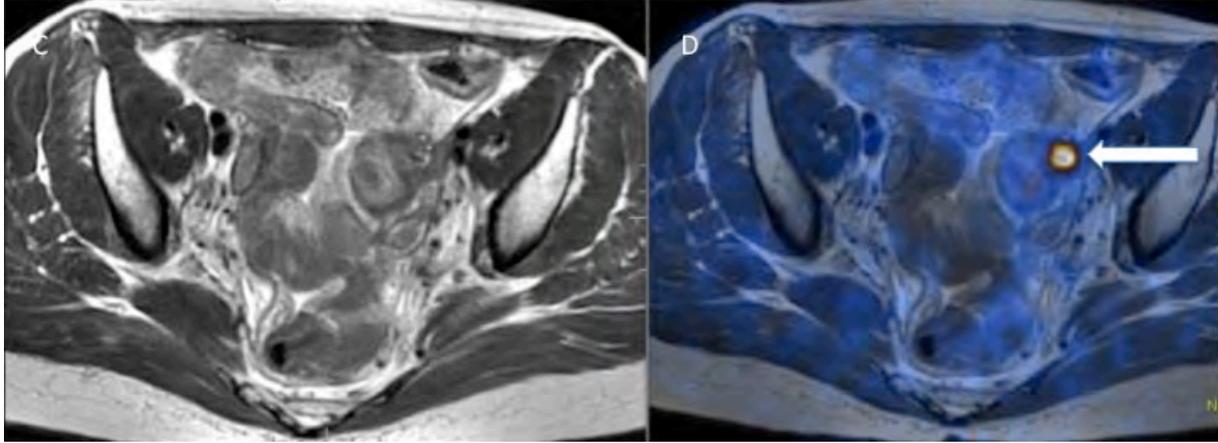


Figure 7 : Patiente 20 : A: IRM T2 coupe axiale B: Coupe Sagittale en fusion TEP-IRM montrant l'hyperfixation en regard du diverticule (flèche)

Il y a eu trois situations de faux négatif pour la TEP-IRM (*cas 2, 18 et 21*). Pour la patiente 21, l'IRM retrouvait un résidu tumoral mais la TEP ne fixait pas et l'analyse anatomopathologique a retrouvé un résidu tumoral sur toute l'épaisseur du col (figure 8). De la même façon pour la patiente 2, l'IRM était en faveur d'un résidu tumoral alors que la TEP-TDM et la fusion TEP-IRM non, mais l'analyse microscopique a retrouvé un résidu de 4 mm de grand axe cette fois. En ce qui concerne la patiente 18 ni l'IRM ni le TEP-TDM n'étaient en faveur d'un résidu tumoral, l'analyse anatomo-pathologique retrouvait un résidu de 6mm.

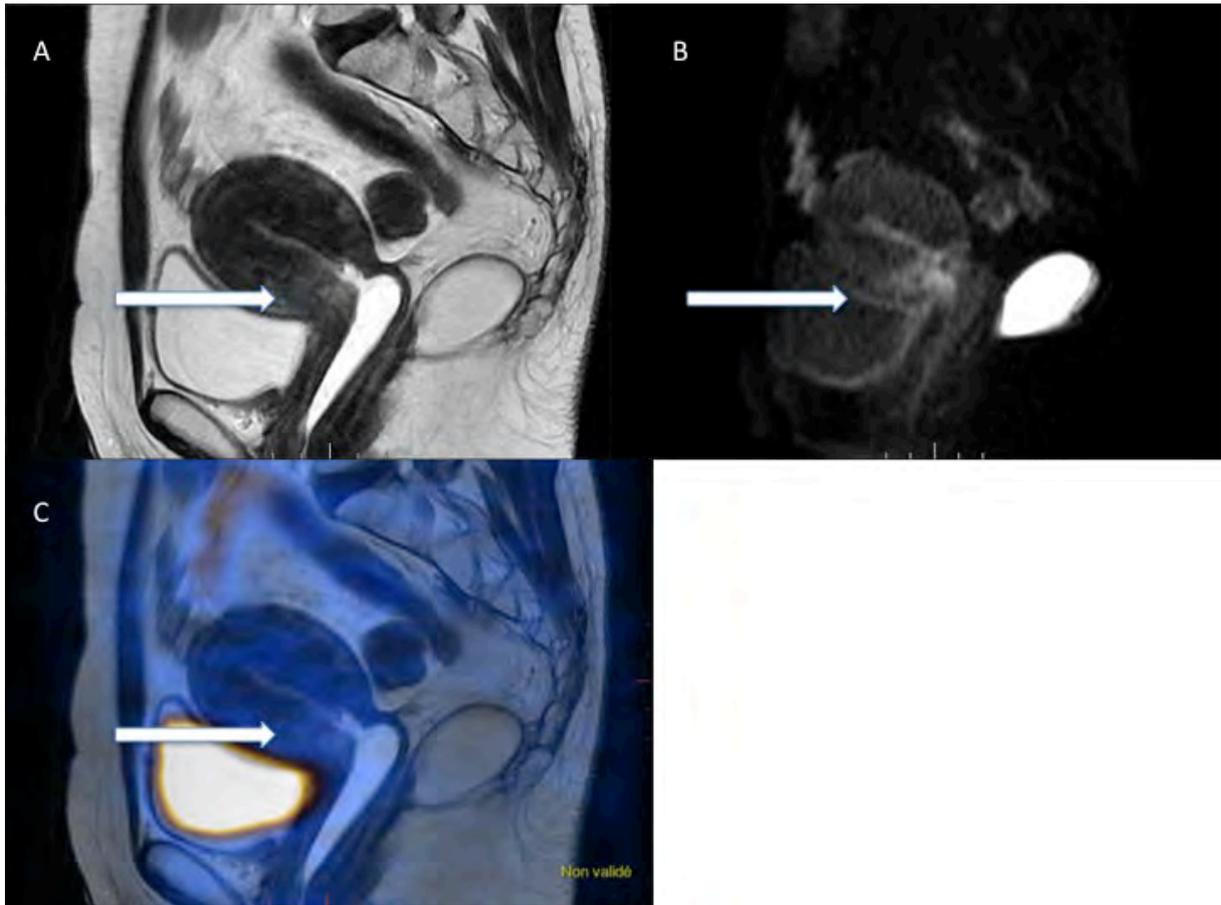


Figure 8 : Patiente 21 A : coupe sagittale IRM T2 hypersignal persistant B : cet hypersignal est positif en diffusion C : mais cette zone ne fixe pas en TEP.

Nous avons rencontré deux situations de faux négatif de l'IRM (*cas 18 et 19*). Pour la patiente 19, alors que l'IRM était négative, la TEP-TDM et la fusion TEP-IRM objectivaient une hyperfixation en faveur d'un résidu tumoral. La fusion a permis de mettre en regard de la zone hyperfixante en TEP une zone hyperT2 à l'IRM mais négative en diffusion qui n'avait donc pas été retenue lors de la lecture de l'IRM seule (figure 9).

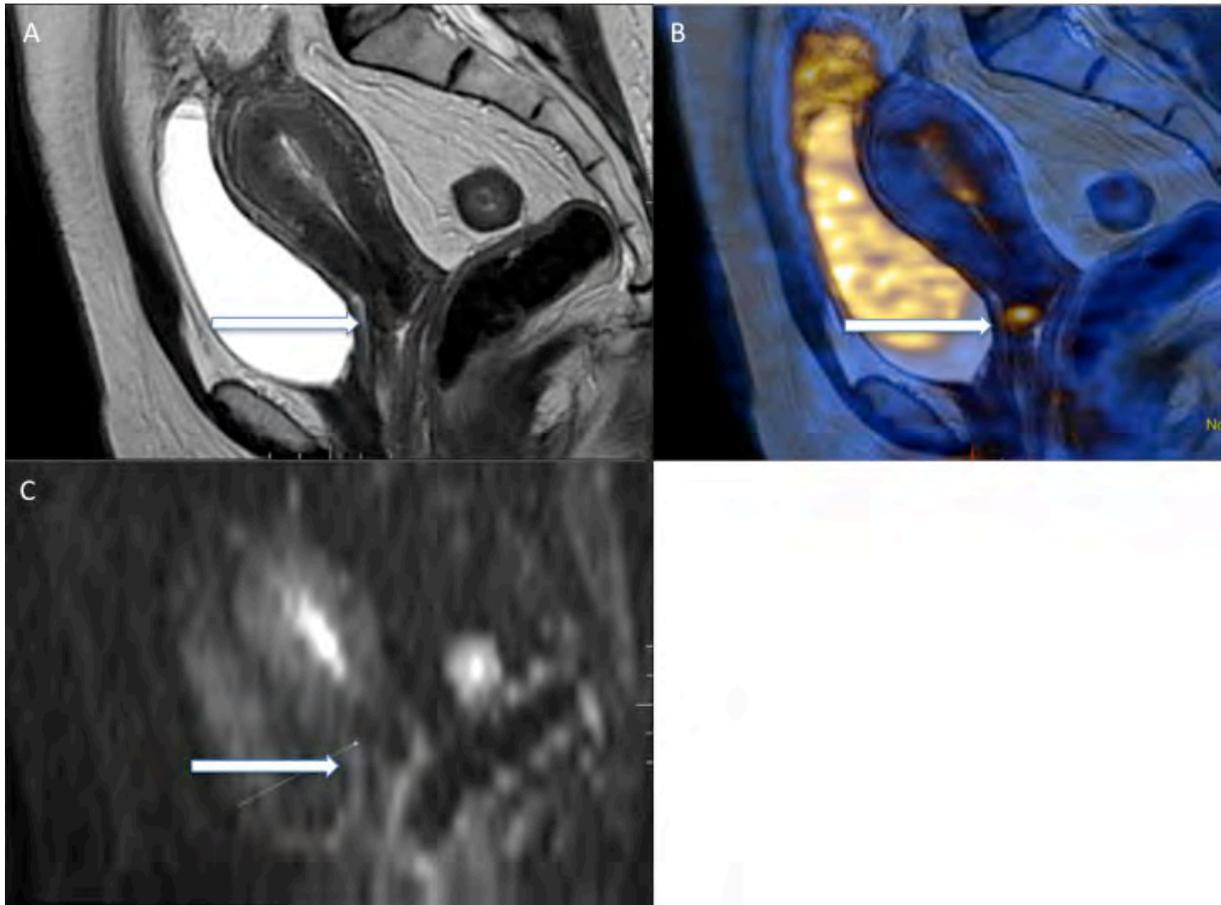


Figure 9 : Patiente 19 A : coupe sagittale T2 zone cervicale en hypersignal T2 (flèche) B : coupe sagittale fusion TEP-IRM hyperfixation TEP en regard C : coupe sagittale IRM fusion mais zone négative en diffusion

Nous avons observé un faux positif de la TEP-TDM qui a été lourd de conséquence. En effet la TEP-TDM de la patiente 27 retrouve un résidu tumoral important de 5 cm de grand axe avec une coulée mésorectale gauche persistante et une infiltration diffuse du mésorectum. L'IRM n'était pas en faveur d'un résidu tumoral mais plutôt d'une fistule recto-sigmoïdienne. La patiente a subi une exentération pelvienne pour suspicion de progression. L'analyse anatomo-pathologique ne retrouve pas de résidu tumoral sur la pièce opératoire. La fusion rétrospective avec l'IRM a permis de voir que cette hyperfixation TEP était en fait en regard de la suspicion de fistule. Il s'agit donc là d'un faux positif de la TEP sur l'inflammation lié à la fistule. La bonne résolution anatomique et le contraste tissulaire de l'IRM mise en regard de l'hyperfixation TEP aurait pu permettre de corriger le diagnostic et d'éviter l'exentération pelvienne à cette patiente (figure 10).

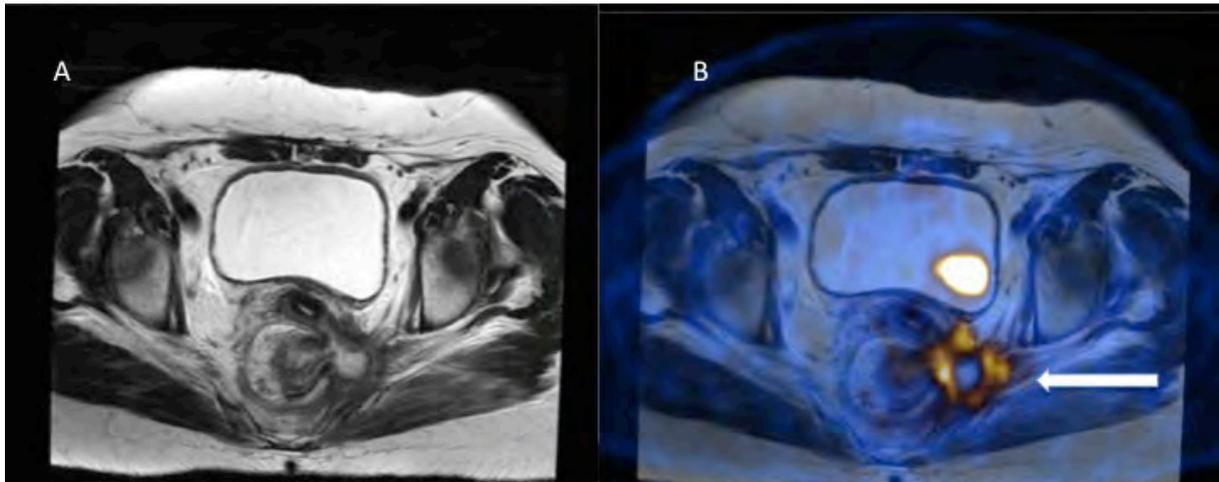


Figure 10 : Patiente 27 A : IRM coupe sagittale T2 B : coupe sagittale fusion TEP-IRM la bonne résolution de l'IRM en regard de l'hyperfixation mésorectale TEP évoque une fistule rectovaginale

La valeur ajoutée de la fusion n'existe probablement que pour les dossiers complexes, de réponse incertaine et de désaccord entre les deux examens. En effet quand les deux examens sont concordants il y a probablement peu de place pour l'imagerie de fusion en dehors d'une amélioration du confort du patient qui ne passe qu'un examen et de la diminution de la dose totale de rayonnements ionisants.

En effet l'absence d'exposition aux rayonnements ionisants constitue un autre avantage de l'utilisation de l'IRM par rapport au TDM, particulièrement dans l'investigation répétée et dans le suivi des patientes jeunes. D'après Kirchner la dose effective moyenne reçue est de 15,9 +/- 8,5 mSv pour le scanner corps entier, de 19,5 +/- 8,7 mSv pour le scanner corps entier couplé à la TEP FDG et de 3,6 +/- 0,5 mSv pour la TEP-IRM [51].

Par ailleurs, un autre avantage de ces dernières générations de TEP/IRM est qu'elles offrent la possibilité de réaliser des bilans oncologiques « tout en un », concept anglo-saxon du « one stop shop », combinant un examen corps entier, associé à une ou plusieurs imageries IRM d'organes, l'ensemble durant environ 45 min. Un des défis de cette technique hybride a en effet été de raccourcir le temps d'examen lié au nombre important de séquences sans diminuer la qualité des images IRM [51, 52]. Grâce à ces avancées technologiques, un meilleur confort pour le patient, une interprétation facilitée pour le médecin, et une optimisation de la prise en charge médicale des patients sont possibles.

Limites et perspectives

Notre étude est une étude descriptive de faisabilité sur peu de patientes.

Le caractère rétrospectif nous a conduit à réaliser des fusions d'images qui n'ont pas été enregistrées le même jour et donc dans des conditions de réplétion vésicale, rectale et des positions différentes, dans des délais variables par rapport à la fin des traitements ce qui est un biais conséquent. De plus, les examens récupérés sont relativement anciens, réalisés avec des caméras de générations différentes ce qui crée là aussi un biais important dans la lecture des images fusionnées. Ces biais pourront être levés par l'utilisation d'une machine intégrée.

La réalisation de ces fusions nous a permis de mesurer l'amélioration du confort d'interprétation que l'alliance de l'excellente résolution de l'IRM et de la très bonne spécificité de la TEP apporte aux imageurs. La sémiologie radiologique s'en trouve nettement enrichie. Certes les performances diagnostiques ne sont pas améliorées probablement en raison des biais précédemment cités mais le degré de confiance diagnostique l'est. Cette notion est subjective et difficile à quantifier mais il ne faut pas la minimiser. Il faut savoir mesurer sa certitude pour réduire l'incertitude.

Il s'agit là d'arguments pour développer en France, à l'instar de ce qui se fait par exemple aux Etats Unis, la formation d'imageurs spécialisés en imagerie multimodale **par organe.**

On sait d'ores et déjà que l'intensité de fixation TEP est variable en fonction du type histologique (le carcinome épidermoïde fixe par exemple de façon plus intense que l'adénocarcinome) et du degré de différenciation (les tumeurs peu différenciées fixent de façon plus intense que celles qui sont mieux différenciées). La patiente 11 avait eu une biopsie qui statuait initialement sur la présence d'un carcinome épidermoïde. L'IRM retrouvait une tumeur de l'endocol avec un aspect évoquant un contingent mucineux (hypersignaux T2, atteinte majoritairement de l'endocol et association à une atteinte ovarienne). La fixation peu intense de la tumeur en TEP était incompatible avec l'anatomo-pathologie de la biopsie initiale. Ces doutes ont été confirmés par l'analyse anatomo-pathologique de pièce opératoire qui retrouve un adénocarcinome mucineux.

La somme des éléments de sémiologie radiologique peut ainsi permettre d'affiner le diagnostic jusqu'à prédire l'anatomopathologie de la tumeur (figure 11).

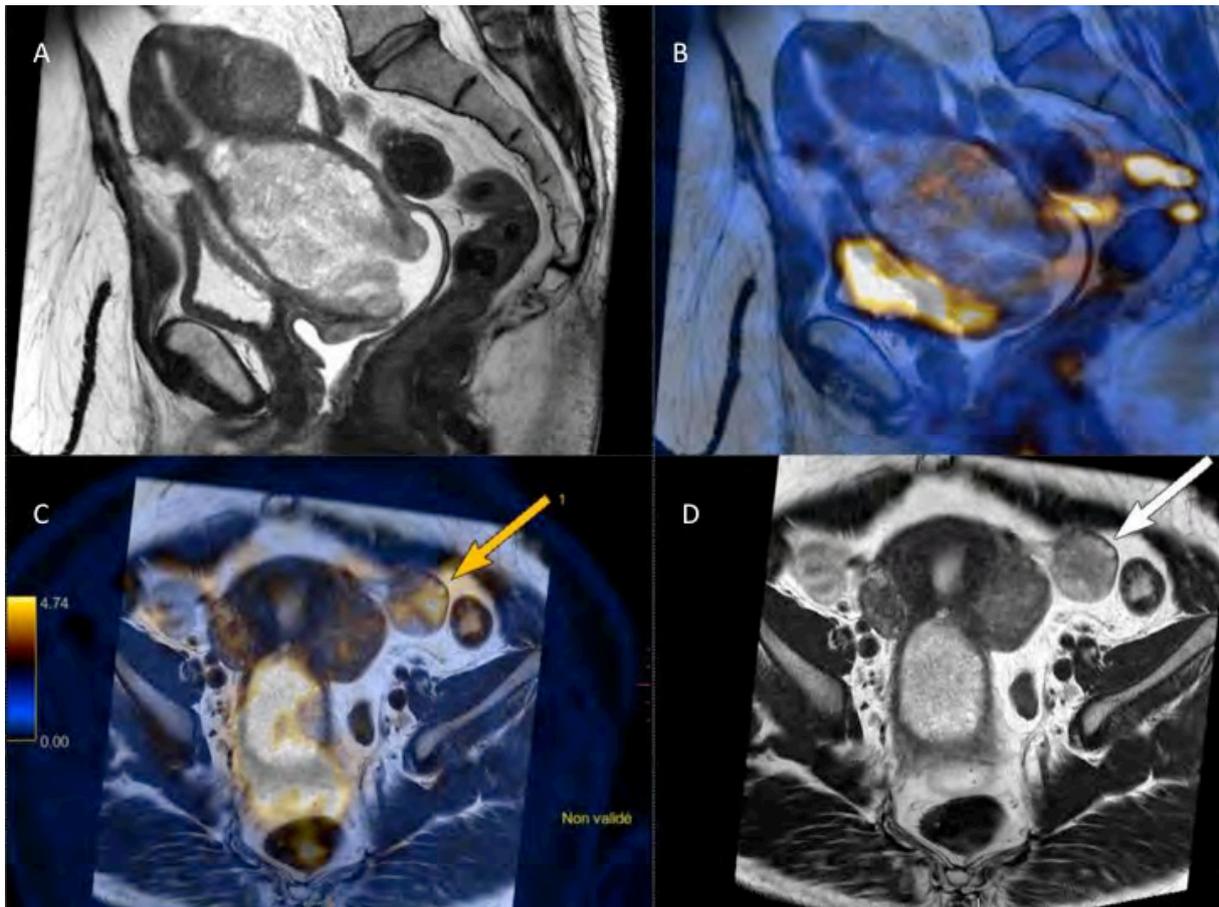


Figure 11 : Patiente 11 : A : Coupe sagittale IRM T2 avec volumineuse tumeur de l'endocol B : Coupe Sagittale TEP-IRM tumeur avec une fixation peu intense en TEP C : Coupe axiale TEP-IRM : atteinte ovarienne avec une fixation en faveur d'un processus tumoral (SUV élevé) D : Atteinte ovarienne en coupe axiale IRM T2

De la même façon ces machines hybrides profiteront du développement de techniques d'imagerie innovante par exemple de l'imagerie de l'hypoxie tissulaire. Le [18F]-fluoromisonidazole ([18F]-miso) : radiotracer préférentiellement accumulé au niveau des lésions hypoxiques, dont le caractère radiorésistant est bien connu. La faisabilité et la valeur pronostique de la TEP-TDM au 18F-fluoroerythronitroimidazole (18F-FETNIM) a été montrée dans le cancer du col utérin, permettant d'établir une cartographie précise des zones hypoxiques, qui représentent une potentielle cible pour des thérapies ciblées[53].

L'imagerie hybride simultanée TEP-IRM pourra permettre d'étudier de manière non invasive, in vivo, les voies de signalisation moléculaire impliquées dans le développement tumoral, en tirant le meilleur parti des deux modalités :

- d'une part, la TEP est la modalité d'imagerie qui possède le plus fort pouvoir de contraste, et qui a donc la capacité de détecter des accumulations de traceur très faibles. Les acquisitions TEP sont de plus en plus rapides, et les possibilités de ciblage par radiotraceur virtuellement infinies.
- d'autre part, l'IRM permet de combiner des informations anatomiques et fonctionnelles (diffusion, perfusion) voir des informations plus spécifiques grâce à la spectrométrie. De plus la résolution spatiale des informations obtenues est bien supérieure en IRM qu'en TEP-TDM avec la possibilité d'obtenir des images morphologiques avec un excellent contraste tissulaire, de même que la résolution temporelle pour l'imagerie de perfusion.

A terme ces paramètres pourront permettre de mieux comprendre, voire de prédire l'efficacité des traitements, ainsi que les mécanismes de résistance en jeu dans le cancer du col notamment pour ces patientes présentant une tumeur localement avancée, dont certains sous-groupes présentent un pronostic sombre et pour lesquelles les ressources thérapeutiques sont actuellement limitées.

CONCLUSION

La fusion TEP-IRM est faisable. Nous avons pu réaliser une description sémiologique fine de chaque examen. Son interprétation améliore le niveau de confiance diagnostique du lecteur de l'imagerie. Elle apporte des avantages dans l'évaluation de la réponse tumorale à la radio-chimiothérapie en particulier dans les situations complexes où l'IRM et le TEP-TDM sont discordants. Elle présente donc un réel intérêt pour le médecin imageur.

Des études supplémentaires prospectives, à plus large échelle et en utilisant un système hybride de dernière génération seront nécessaires pour prouver la supériorité à l'IRM et au TEP-TDM. En effet, l'évaluation morpho-fonctionnelle de la tumeur semble être l'imagerie du futur permettant une médecine plus personnalisée.

Mais c'est aussi probablement grâce au développement de nouveaux bio-marqueurs d'imagerie, que la TEP-IRM sera susceptible de révolutionner le concept d'imagerie hybride.

BIBLIOGRAPHIE

1. Torre, L.A., et al., *Global cancer statistics, 2012*. CA Cancer J Clin, 2015. **65**(2): p. 87-108.
2. Torre, L.A., et al., *Global Cancer in Women: Burden and Trends*. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2017. **26**(4): p. 444-457.
3. Ferlay, J., et al., *Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012*. Int J Cancer, 2015. **136**(5): p. E359-86.
4. Quinn, M.A., et al., *Carcinoma of the cervix uteri. FIGO 26th Annual Report on the Results of Treatment in Gynecological Cancer*. Int J Gynaecol Obstet, 2006. **95 Suppl 1**: p. S43-103.
5. Pecorelli, S., L. Zigliani, and F. Odicino, *Revised FIGO staging for carcinoma of the cervix*. Int J Gynaecol Obstet, 2009. **105**(2): p. 107-8.
6. Marth, C., et al., *Cervical cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up*. Ann Oncol, 2017. **28**(suppl_4): p. iv72-iv83.
7. Chuang, L.T., S. Temin, and J.S. Berek, *Management and Care of Women With Invasive Cervical Cancer: American Society of Clinical Oncology Resource-Stratified Clinical Practice Guideline Summary*. J Oncol Pract, 2016. **12**(7): p. 693-6.
8. Querleu Denis, B.P., Morice Philippe, Narducci Fabrice, *Prise en charge initiale des cancers gynécologiques : Référentiels de la Société Française d'Oncologie Gynécologique*. <http://sfog.fr/reco/>. 2016.
9. Woo, S., et al., *Magnetic resonance imaging for detection of parametrial invasion in cervical cancer: An updated systematic review and meta-analysis of the literature between 2012 and 2016*. Eur Radiol, 2018. **28**(2): p. 530-541.
10. Burghardt, E., et al., *Magnetic resonance imaging in cervical cancer: a basis for objective classification*. Gynecol Oncol, 1989. **33**(1): p. 61-7.
11. Mitchell, D.G., et al., *Early invasive cervical cancer: tumor delineation by magnetic resonance imaging, computed tomography, and clinical examination, verified by pathologic results, in the ACRIN 6651/GOG 183 Intergroup Study*. J Clin Oncol, 2006. **24**(36): p. 5687-94.
12. Lonsdale, M.N. and T. Beyer, *Dual-modality PET/CT instrumentation-today and tomorrow*. Eur J Radiol, 2010. **73**(3): p. 452-60.
13. Choi, H.J., et al., *Diagnostic performance of computer tomography, magnetic resonance imaging, and positron emission tomography or positron emission tomography/computer tomography for detection of metastatic lymph nodes in patients with cervical cancer: meta-analysis*. Cancer Sci, 2010. **101**(6): p. 1471-9.
14. Selman, T.J., et al., *Diagnostic accuracy of tests for lymph node status in primary cervical cancer: a systematic review and meta-analysis*. CMAJ, 2008. **178**(7): p. 855-62.
15. Gouy, S., et al., *Nodal-staging surgery for locally advanced cervical cancer in the era of PET*. The Lancet Oncology, 2012. **13**(5): p. e212-e220.
16. Pomel, C., et al., *Survival effect of laparoscopic para-aortic staging in locally advanced cervical cancer: a retrospective cohort analysis*. BJOG, 2017. **124**(7): p. 1089-1094.
17. Lee, S.I., O.A. Catalano, and F. Dehdashti, *Evaluation of gynecologic cancer with MR imaging, 18F-FDG PET/CT, and PET/MR imaging*. J Nucl Med, 2015. **56**(3): p. 436-43.

18. Grueneisen, J., et al., *Integrated PET/MRI for whole-body staging of patients with primary cervical cancer: preliminary results*. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2015. **42**(12): p. 1814-24.
19. Grueneisen, J., et al., *Diagnostic value of diffusion-weighted imaging in simultaneous 18F-FDG PET/MR imaging for whole-body staging of women with pelvic malignancies*. J Nucl Med, 2014. **55**(12): p. 1930-5.
20. Kitajima, K., et al., *Fusion of PET and MRI for staging of uterine cervical cancer: comparison with contrast-enhanced (18)F-FDG PET/CT and pelvic MRI*. Clin Imaging, 2014. **38**(4): p. 464-9.
21. Kim, S.K., et al., *Additional value of MR/PET fusion compared with PET/CT in the detection of lymph node metastases in cervical cancer patients*. Eur J Cancer, 2009. **45**(12): p. 2103-9.
22. Stecco, A., et al., *Comparison of retrospective PET and MRI-DWI (PET/MRI-DWI) image fusion with PET/CT and MRI-DWI in detection of cervical and endometrial cancer lymph node metastases*. Radiol Med, 2016. **121**(7): p. 537-45.
23. Queiroz, M.A., et al., *PET/MRI and PET/CT in advanced gynaecological tumours: initial experience and comparison*. Eur Radiol, 2015. **25**(8): p. 2222-30.
24. Nie, J., et al., *Diagnostic role of 18F-FDG PET/MRI in patients with gynecological malignancies of the pelvis: A systematic review and meta-analysis*. PLoS One, 2017. **12**(5): p. e0175401.
25. Green, J.A., et al., *Survival and recurrence after concomitant chemotherapy and radiotherapy for cancer of the uterine cervix: a systematic review and meta-analysis*. The Lancet, 2001. **358**(9284): p. 781-786.
26. Morris, M., et al., *Pelvic radiation with concurrent chemotherapy compared with pelvic and para-aortic radiation for high-risk cervical cancer*. N Engl J Med, 1999. **340**(15): p. 1137-43.
27. Datta, N.R., et al., *Concurrent chemoradiotherapy vs. radiotherapy alone in locally advanced cervix cancer: A systematic review and meta-analysis*. Gynecol Oncol, 2017. **145**(2): p. 374-385.
28. Chemoradiotherapy for Cervical Cancer Meta-Analysis, C., *Reducing uncertainties about the effects of chemoradiotherapy for cervical cancer: a systematic review and meta-analysis of individual patient data from 18 randomized trials*. J Clin Oncol, 2008. **26**(35): p. 5802-12.
29. Motton, S., et al., *Results of surgery after concurrent chemoradiotherapy in advanced cervical cancer: comparison of extended hysterectomy and extrafascial hysterectomy*. Int J Gynecol Cancer, 2010. **20**(2): p. 268-75.
30. Ferrandina, G., et al., *Preoperative concomitant chemoradiotherapy in locally advanced cervical cancer: safety, outcome, and prognostic measures*. Gynecol Oncol, 2007. **107**(1 Suppl 1): p. S127-32.
31. Touboul, C., et al., *Prognostic factors and morbidities after completion surgery in patients undergoing initial chemoradiation therapy for locally advanced cervical cancer*. Oncologist, 2010. **15**(4): p. 405-15.
32. Jayne Tierney, M.-a.G., MRC Clinical Trials Unit, 222 Euston Road, London, NW1 2DA, UK, *Neoadjuvant chemotherapy for locally advanced cervical cancer*. European Journal of Cancer, 2003. **39**(17): p. 2470-2486.
33. Leguevaque, P., et al., *Completion surgery or not after concurrent chemoradiotherapy for locally advanced cervical cancer?* Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol, 2011. **155**(2): p. 188-92.

34. Houvenaeghel, G., et al., *Long-term survival after concomitant chemoradiotherapy prior to surgery in advanced cervical carcinoma*. *Gynecol Oncol*, 2006. **100**(2): p. 338-43.
35. Sagae, S., et al., *Advances and Concepts in Cervical Cancer Trials: A Road Map for the Future*. *Int J Gynecol Cancer*, 2016. **26**(1): p. 199-207.
36. Chantalat, E., et al., *Cervical cancer with paraaortic involvement: do patients truly benefit from tailored chemoradiation therapy? A retrospective study on 8 French centers*. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2015. **193**: p. 118-22.
37. Sapienza, L.G., et al., *Does para-aortic irradiation reduce the risk of distant metastasis in advanced cervical cancer? A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials*. *Gynecol Oncol*, 2017. **144**(2): p. 312-317.
38. Ferrandina, G., et al., *Long-term analysis of clinical outcome and complications in locally advanced cervical cancer patients administered concomitant chemoradiation followed by radical surgery*. *Gynecol Oncol*, 2010. **119**(3): p. 404-10.
39. Hequet, D., et al., *Evaluation and impact of residual disease in locally advanced cervical cancer after concurrent chemoradiation therapy: results of a multicenter study*. *Eur J Surg Oncol*, 2013. **39**(12): p. 1428-34.
40. Kim, J.Y., et al., *Disease courses in patients with residual tumor following concurrent chemoradiotherapy for locally advanced cervical cancer*. *Gynecol Oncol*, 2017. **144**(1): p. 34-39.
41. Schwarz, J.K., et al., *18-F-fluorodeoxyglucose-positron emission tomography evaluation of early metabolic response during radiation therapy for cervical cancer*. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2008. **72**(5): p. 1502-7.
42. Vincens, E., et al., *Accuracy of magnetic resonance imaging in predicting residual disease in patients treated for stage IB2/II cervical carcinoma with chemoradiation therapy : correlation of radiologic findings with surgicopathologic results*. *Cancer*, 2008. **113**(8): p. 2158-65.
43. Ferrandina, G., et al., *Can radicality of surgery be safely modulated on the basis of MRI and PET/CT imaging in locally advanced cervical cancer patients administered preoperative treatment? Cancer*, 2012. **118**(2): p. 392-403.
44. Levy, A., et al., *Accuracy of diffusion-weighted echo-planar MR imaging and ADC mapping in the evaluation of residual cervical carcinoma after radiation therapy*. *Gynecol Oncol*, 2011. **123**(1): p. 110-5.
45. INCA, I.n.d.C., *Synthèse de la recommandations de bonne pratique clinique pour l'utilisation de la tep en cancérologie*. 09/05/2018.
46. Mongula, J.E., et al., *Positron emission tomography-magnetic resonance imaging (PET-MRI) for response assessment after radiation therapy of cervical carcinoma: a pilot study*. *EJNMMI Res*, 2018. **8**(1): p. 1.
47. Eisenhauer, E.A., et al., *New response evaluation criteria in solid tumours: revised RECIST guideline (version 1.1)*. *Eur J Cancer*, 2009. **45**(2): p. 228-47.
48. Siva, S., et al., *(1)(8)F-FDG PET/CT following chemoradiation of uterine cervix cancer provides powerful prognostic stratification independent of HPV status: a prospective cohort of 105 women with mature survival data*. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2015. **42**(12): p. 1825-32.
49. Oh, D., et al., *Prognostic significance of tumor response as assessed by sequential 18F-fluorodeoxyglucose-positron emission tomography/computed tomography during concurrent chemoradiation therapy for cervical cancer*. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2013. **87**(3): p. 549-54.

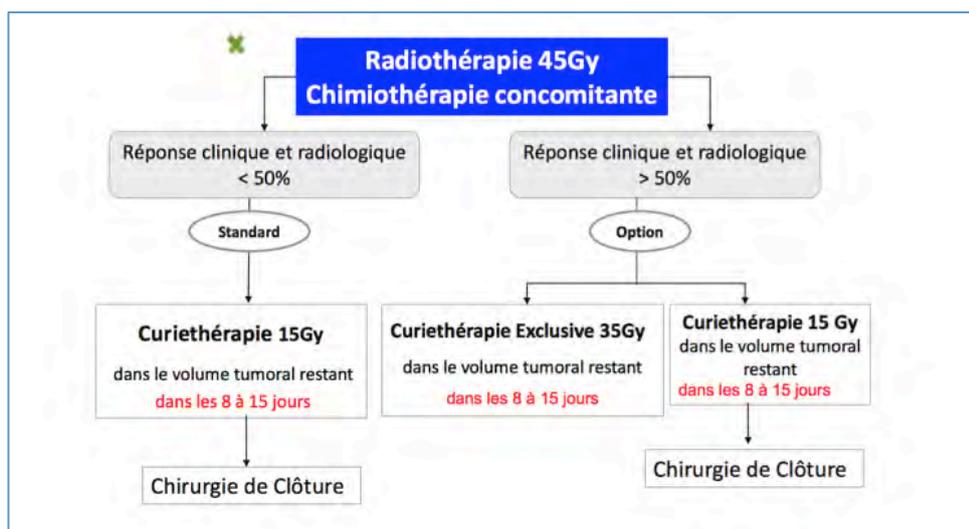
50. Grigsby, P.W., *PET/CT imaging to guide cervical cancer therapy*. *Future Oncol*, 2009. **5**(7): p. 953-8.
51. Kirchner, J., et al., *Whole-body staging of female patients with recurrent pelvic malignancies: Ultra-fast 18F-FDG PET/MRI compared to 18F-FDG PET/CT and CT*. *PLoS One*, 2017. **12**(2): p. e0172553.
52. Ratib, O., et al., *Applications cliniques de l'imagerie hybride TEP-IRM*. *Médecine Nucléaire*, 2012. **36**(10): p. 605-614.
53. Vercellino, L., et al., *Hypoxia imaging of uterine cervix carcinoma with (18)F-FETNIM PET/CT*. *Clin Nucl Med*, 2012. **37**(11): p. 1065-8.

ANNEXES

1. Classification FIGO 2009

Stade I	Carcinome limité au col
IA	Carcinomes micro-invasifs (profondeur d'invasion ≤ 5 mm et ≤ 7 mm en surface)
IA1	Invasion du stroma ≤ 3 mm et ≤ 7 mm en surface
IA2	Invasion du stroma > 3 mm et ≤ 5 mm et ≤ 7 mm en surface
IB	Tumeur cliniquement visible limitée au col ou préclinique $> IA2$
IB1	Tumeur de taille ≤ 4 cm dans son plus grand axe
IB2	Tumeur de taille > 4 cm dans son plus grand axe
Stade II	Carcinome s'étendant au-delà de l'utérus mais sans atteinte des parois pelviennes et/ou du tiers inférieur du vagin
IIA	Extension vaginale sans atteinte des paramètres
IIA1	Tumeur de taille ≤ 4 cm dans son plus grand axe
IIA2	Tumeur de taille > 4 cm dans son plus grand axe
IIB	Envahissement d'au moins un paramètre
Stade III	Extension à la paroi pelvienne et/ou tiers inférieur du vagin et/ou responsable d'une hydronéphrose ou d'un rein muet
IIIA	Extension au tiers inférieur du vagin sans atteinte de la paroi pelvienne
IIIB	Extension jusqu'à la paroi pelvienne et/ou responsable d'une hydronéphrose ou d'un rein muet
Stade IV	Extension au-delà du pelvis ou à la muqueuse vésicale ou rectale (prouvée histologiquement)
IVA	Atteinte de la vessie ou du rectum
IVB	Métastase à distance

2. Recommandations locales (réseau ONCOMIP) en fonction de la réponse au traitement.



Disponible sur <http://oncomip.org/fr/espace-professionnel/referentiels/?chapitre=4&type=0&search=Rechercher>

3. Cahier descriptif des cas des patientes

Prérequis techniques et sémiologiques

Dans ce chapitre, nous détaillons les aspects techniques qu'il nous paraît le plus important de contrôler avant lecture et fusion des examens TEP-TDM et IRM, ainsi que quelques outils sémiologiques de base pour l'étude des cancers du col de l'utérus.

1) Lecture des examens TEP-TDM

Qualité technique de l'examen

Pour l'étude de la tumeur primitive, l'élément qui est le plus susceptible d'impacter la qualité de l'examen est l'activité urinaire vésicale en lien avec l'élimination habituelle du radiotracteur.

Une concentration trop élevée de traceur dans la vessie peut impacter la lecture des images de différentes façons :

- Manque de fiabilité dans la quantification des différents paramètres fonctionnels de la tumeur primitive (notamment SUVmax, MTV, TLG...)
- Prise en défaut des méthodes de contourage automatiques, et difficultés de délimitation de la tumeur notamment sur son front antérieur, et d'étude de son éventuelle extension à la paroi vésicale ou au tiers supérieur du vagin,
- Difficultés d'étude des limites paramétriales qui peuvent se confondre avec l'activité accumulée dans les uretères distaux.

De plus, la radioanatomie pelvienne est complexe, et le scanner non injecté utilisé pour la fusion des images TEP-TDM est un outil grevé d'un mauvais contraste tissulaire.

Une façon de remédier à ce problème est l'optimisation du protocole d'acquisition des images :

- Utilisation de furosémide administré par voie intraveineuse (20mg IVD) 15min après l'injection du radiotracteur, en parallèle d'une hydratation IV par NaCl 0.9%, après vérification de l'absence de symptomatologie en lien avec une éventuelle obstruction des voies excrétrices urinaires.
- Optimisation du scanner couplé par l'injection de produit de contraste iodé (injection de 2cc/kg de Visipaque 320 dans la limite de 150cc au total, à la vitesse de 2 à 3cc/ seconde, pour une acquisition à 70-80s au temps portal).

Revue de l'examen

Il nous semble important de se munir de certaines informations concernant la patiente et la nature de sa tumeur primitive avant de revoir l'examen.

Le type anatomopathologique de tumeur revêt un caractère fondamental. En effet, si les carcinomes épidermoïdes se caractérisent par une avidité quasi constante pour le ¹⁸FDG, les adénocarcinomes sont fréquemment moins hypermétaboliques. Les tumeurs à différenciation mucineuses peuvent être non hyperfixantes. Ces éléments vont pondérer le crédit que l'on accorde au résultat de la TEP-TDM notamment pour le bilan d'extension ganglionnaire.

Les antécédents de la patiente jouent également un rôle : il faudra avoir connaissance en particulier des antécédents de pathologies susceptibles d'être responsables de faux positifs ganglionnaires (granulomatoses, lymphomes de bas grade, certaines connectivites...).

La lecture de l'examen TEP-TDM doit s'appliquer à :

- Identifier l'hypermétabolisme de la tumeur primitive, son intensité, ses limites (notamment vis-à-vis de l'activité urinaire vésicale) et ses rapports avec les organes de voisinage, ainsi que les éventuelles lésions secondaires de proximité immédiate au niveau du vagin, de l'utérus ou des ovaires,
- Analyser les aires ganglionnaires pelviennes à risque d'envahissement, en étudiant les trois voies de drainage ganglionnaire de la cavité pelvienne (voie latérale, hypogastrique, et présacrée),

- Analyser les aires ganglionnaires lombo-aortiques à la recherche d'adénopathies susceptibles de modifier le plan de traitement par radiochimiothérapie,
- Rechercher les lésions secondaires à distance.

2) Lecture des examens IRM

Qualité technique de l'examen

L'IRM est l'examen consacré pour l'étude de la tumeur primitive et de son extension. Ses caractéristiques techniques susceptibles d'influencer l'étude du col doivent donc être irréprochables. Ainsi, il est fortement souhaitable que l'examen comporte un balisage vaginal par du gel qui aura pour effet de déplisser les culs de sac vaginaux et de faciliter la détection d'une atteinte de contiguïté du tiers supérieur du vagin. L'administration de Glucagon par voie IV limitera le péristaltisme digestif et les artéfacts qui y sont liés. Enfin, l'examen devra comporter des coupes abdominales T2 couvrant les aires ganglionnaires lombo aortiques.

Revue de l'examen

La tumeur primitive se présente fréquemment sous la forme d'une lésion en hypersignal T2 intermédiaire de type tissulaire, en hypersignal en diffusion, en restriction de diffusion en ADC, avec un réhaussement variable après injection de chélates de gadolinium (la plupart du temps, on visualise un réhaussement périphérique, parfois une nécrose centrale).

Un signal T2 plus élevé peut parfois faire évoquer un type histologique rare, par exemple une lésion mucineuse. Dans certains cas, la tumeur est en isosignal T2 et difficile à délimiter et les acquisitions de diffusion et T1 après injection de chélates de gadolinium permettent de mieux la visualiser.

Les rapports avec les paramètres doivent être étudiés soigneusement : on recherche une interruption de l'hyposignal T2 du cintre fibreux du col. Pour les envahissements plus avancés, on observera une infiltration en hypersignal tissulaire T2, souvent spiculée (aspect « coiffé » du paramère), en hypersignal diffusion. Il peut y avoir une dilatation associée des voies excrétrices urinaires en amont, voir une hydronéphrose qu'il faudra également rechercher sur les coupes abdominales T2.

Les rapports avec la vessie et avec le rectum doivent également être analysés, ainsi qu'avec le vagin. Nous soulignons le soin qui doit être accordé à l'étude de la moitié distale du vagin, qui est le siège fréquent de lésions non décrites.

Les récessus déclives de la cavité péritonéale, notamment le cul de sac de Douglas et les récessus latéro-rectaux, doivent être revus à la recherche d'un éventuel épanchement la plupart du temps en hypersignal T2 liquidien.

Ensuite, le staging ganglionnaire s'effectuera en deux étapes.

La lecture des aires ganglionnaires du petit bassin commencera par les aires ganglionnaires iliaques externes, notamment sous veineuses en regard du cadre obturateur pour y rechercher le ganglion de Leveuf, le plus fréquemment envahi.

Les axes iliaques internes, les voies présacrées doivent également être lues avec soin.

Pour les tumeurs plus avancées, il faudra étudier, comme en TEP-TDM, les aires de drainage ganglionnaire des atteintes de contiguïté : une atteinte du rectum pourra donner des adénopathies mésorectales, une atteinte de la paroi vésicale doit faire rechercher des adénopathies de l'espace de Retzius, alors que les envahissements de la moitié inférieure du vagin doivent faire rechercher des adénopathies inguinales.

Les adénopathies se présentent sous la forme de lésions en signal T2 tissulaire intermédiaire, hypersignal diffusion, parfois avec une nécrose centrale en hypersignal T2 liquidien (pathognomonique), de petit axe supérieur ou égal à 10mm (voir 8mm pour les aires obturatrices). Elles sont rondes, avec effacement de leur hile graisseux, à contours spiculés en cas de rupture capsulaire.

Pour terminer, l'analyse des coupes abdominales aura l'intérêt de permettre la recherche d'adénopathies, mais également de vérifier l'absence de dilatation des voies urinaires excrétrices voir d'hydronéphrose, et de visualiser la présence de variants vasculaires rénaux (information qui peut se révéler importante en cas de décision de curage ganglionnaire de stadification).

Echelle d'évaluation de l'impact sur le niveau de certitude diagnostique.

Nous avons utilisé une échelle de jugement de Likert pour évaluer l'impact des fusions sur notre niveau de certitude diagnostique.

- **0: Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine,**
- **1: Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique,**
- **2: Douteux,**
- **3: Probable amélioration de la certitude diagnostique,**
- **4: Amélioration certaine de la certitude diagnostique.**

Pour l'évaluation initiale

- IRM et PET concordants => (0) = Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine
- En cas de meilleure délimitation tumorale grâce à la fusion avec impact clinique (définition stade FIGO) et/ou thérapeutique = (3) => Probable amélioration de la certitude diagnostique

Pour l'évaluation du statut ganglionnaire

- Si N+IRM et N+TEP => (0) = Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine
- Si N- IRM et N+TEP : la fusion donne un substrat anatomique à la positivité de la TEP => (3) Probable amélioration de la certitude diagnostique
- Si N+IRM et N-TEP => (1) Absence probable amélioration de la certitude diagnostique C'est plutôt un intérêt de la Tep que de la Fusion, sauf dans le cas d'adénopathies nécrotiques pathognomoniques en IRM, qui donnent de faux positifs en TEP.

Pour l'évaluation du Résidu Tumoral

Pour les réponses complètes :

- Si la réponse était complète sur l'IRM et sur la TEP-TDM sur la tumeur et les adénopathies (Absence de résidu tumoral de façon certaine) => (0) = Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine

- Si la réponse était complète sur l'IRM et sur la TEP-TDM sur la tumeur et les adénopathies mais avec un doute sur un des deux examens : cotation <4 => (1) = Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique

En présence d'un résidu tumoral :

- En cas de présence d'un résidu tumoral positif en IRM et en TEP avec bonne concordance des examens : (1) Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique; amélioration du confort de lecture des imageurs mais pas de réel apport de la fusion.
- S'il y a un résidu tumoral en IRM mais douteux (cotation <4) mais qu'il est considéré positif en TEP : la fusion permet de renforcer la confiance diagnostique si les deux zones se recouvrent complètement (2) : Douteux
- S'il y a un résidu tumoral en IRM mais pas en TEP : augmentation du niveau de certitude diagnostique du radiologue (3) => Probable amélioration de la certitude diagnostique, car ici on s'appuie surtout sur la forte spécificité de la TEP
- S'il n'y a pas de résidu en IRM mais qu'il y en a un en TEP: la fusion donne un substrat anatomique à la positivité du TEP : (4) : Amélioration certaine de la certitude diagnostique
- En cas d'intervalle de temps entre les deux examens, quel que soit le résultat => (2) Douteux

Patiente 1 :

76 ans, pas d'antécédent, biopsie : carcinome épidermoïde

1. Bilan d'imagerie initial :
 - TEP-TDM non récupérable
 - IRM
- T : 2,3 cm, stade FIGO IIB
- N : N0

Coelioscopie diagnostique avec curage lombo aortique : 1N+/5 (non vu au bilan préopératoire)

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie faite avant la réévaluation par IRM et TEP-TDM

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement :

- IRM
- T et N : réponse complète, aspect cicatriciel du paramètre droit
 - TEP-TDM
- T et N : réponse complète
 - **Fusion (0):** Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine; **Changement d'interprétation:** non

Chirurgie: Hystérectomie avec annexectomie bilatérale et curage pelvien bilatéral

3. Analyse anatomo-pathologique

Pas de résidu tumoral : réponse complète

8N-/8

Evolution : un mois après la chirurgie : carcinose péritonéale traitée par chimiothérapie

Dernières nouvelles : patiente vivante avec maladie

Patiente 2 :

41 ans, pas d'antécédent, biopsie adénocarcinome

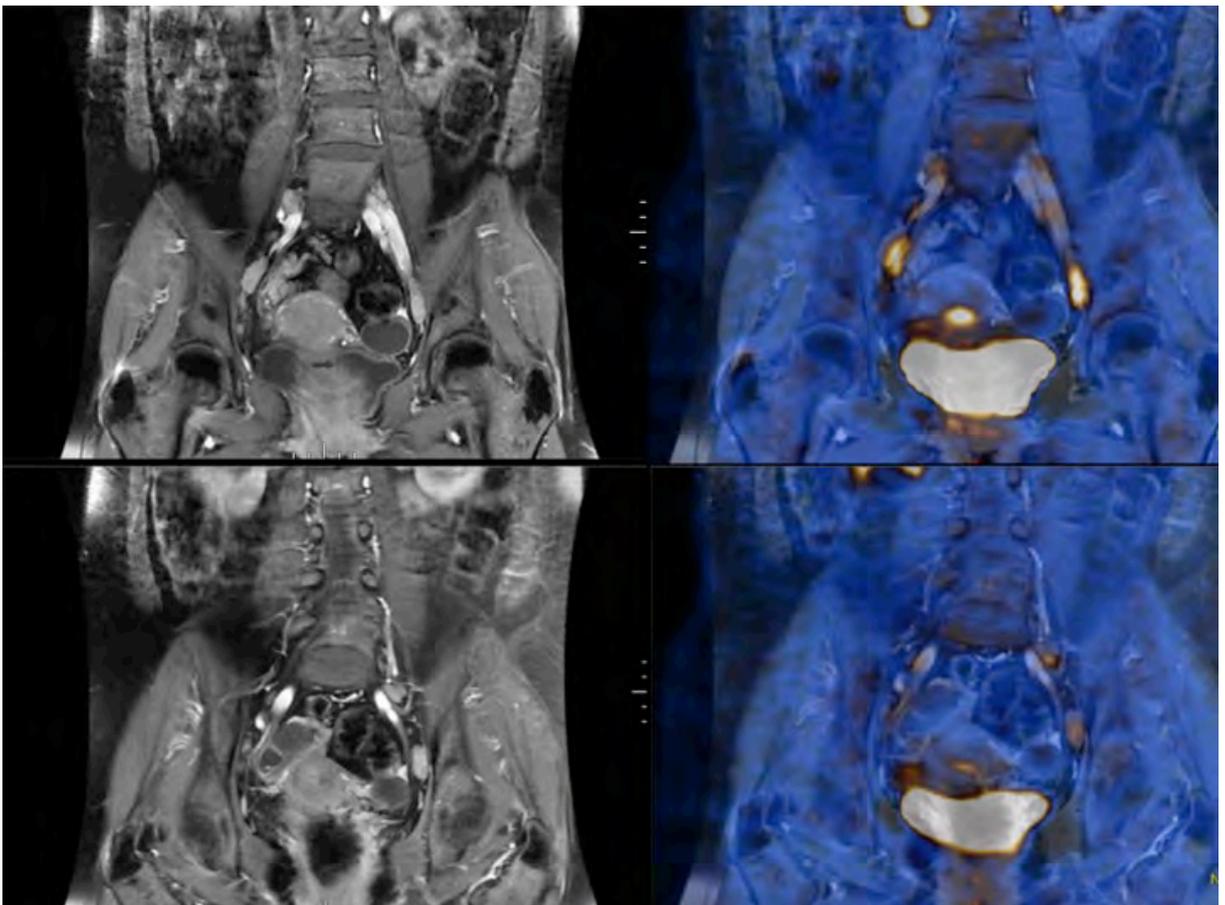
1. Bilan d'imagerie initial :

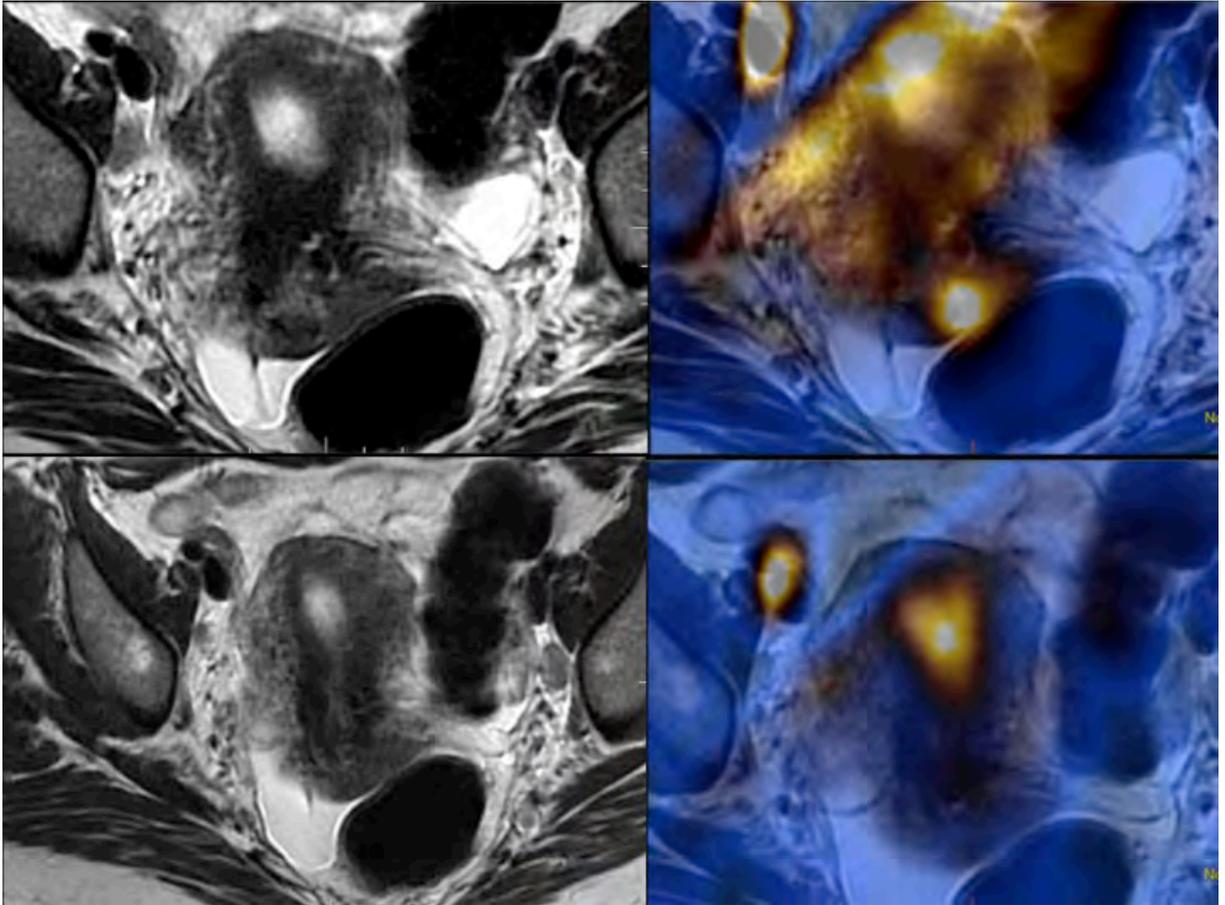
- IRM
- T : On observe une tumeur de la lèvre postérieure, les limites de la lésion sont difficiles à percevoir. T : 18 mm
- N : On note trois ganglions pelviens suspects, à droite deux iliaques externes et à gauche un iliaque externe.
- Stade FIGO IB1 N+
 - TEP-TDM
- N : La TEP-TDM trouve un ganglion positif au niveau de la bifurcation iliaque de façon bilatérale et deux adénopathies lombo-aortiques.
- T : il existe un doute diagnostique entre une extension tumorale au corps de l'utérus ou une rétention inflammatoire. T= 89*28mm
 - **Fusion (4):** Amélioration certaine de la certitude diagnostique

L'état de réplétion rectale est différent pour les deux examens ce qui nous a contraint à utiliser deux niveaux de fusion : un ganglionnaire et un tumoral.

- N : la localisation iliaque primitive bilatérale a été mise en relation avec un substrat anatomique grâce à la fusion ce qui a permis une augmentation de la confiance diagnostique alors que les critères IRM de ces adénopathies n'en faisaient pas des adénopathies suspectes (<10mm de petit axe notamment...)
- T : Hypersignal T2, Hyposignal T1 et pas de rehaussement GADO en intra utérin plutôt en faveur d'une rétention liquidienne que d'une atteinte tumorale du corps utérin.

Il existe une zone au niveau de la partie droite de la lèvre postérieure de signal intermédiaire en T2 qui est négative en TEP qui n'est donc pas tumorale. La fusion permet ici une meilleure délimitation de la tumeur primitive.





Coelioscopie diagnostique avec curage lombo aortique infra mésentérique le: 8N+/8
(2N+ lombo Aortiques vus au bilan préopératoire)

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

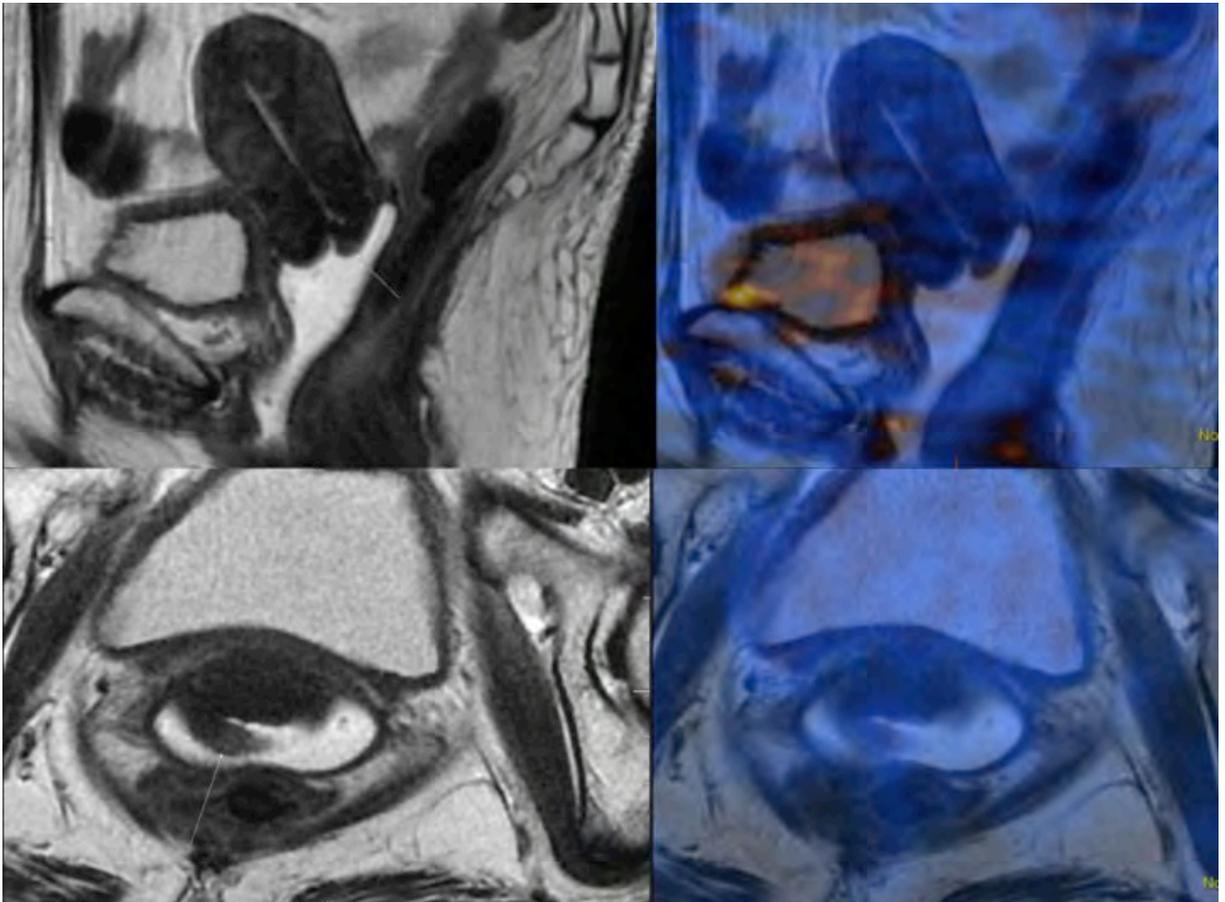
Curiethérapie avant la réévaluation par TEP-TDM et IRM

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement :

- IRM
- T : Relief cervical restitué, absence d'hypersignal résiduel,
Au niveau de la lèvre postérieure il persiste un reliquat tumoral de 6 mm en signal T2 intermédiaire avec une diffusion positive et un rehaussement après injection de gadolinium.
- N : négatifs
 - TEP-TDM : négative pour T et N

- **Fusion (3):** Probable amélioration de la certitude diagnostique,
Changement d'interprétation: oui

Malgré la persistance du signal T2 à l'IRM, la TEP en négative en regard ce qui nous permet de conclure: cette zone persistante est une zone liée à l'inflammation du traitement mais a priori non tumorale.



Chirurgie : Hystérectomie avec annexectomie bilatérale et curage pelvien bilatéral

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral 0,65mm*4mm et 0,65mm*0,5mm

ON+/4

L'IRM était donc en faveur d'un résidu tumoral, la TEP-TDM et la fusion TEP-IRM non mais l'analyse microscopique a retrouvé un résidu de 4 mm de grand axe. Il s'agit d'un faux positif de la TEP.

Evolution : récidive à 6 mois avec diagnostic d'adénopathies médiastinales et d'une myosite paranéoplasique ; patiente décédée deux ans et demi après la récidive.

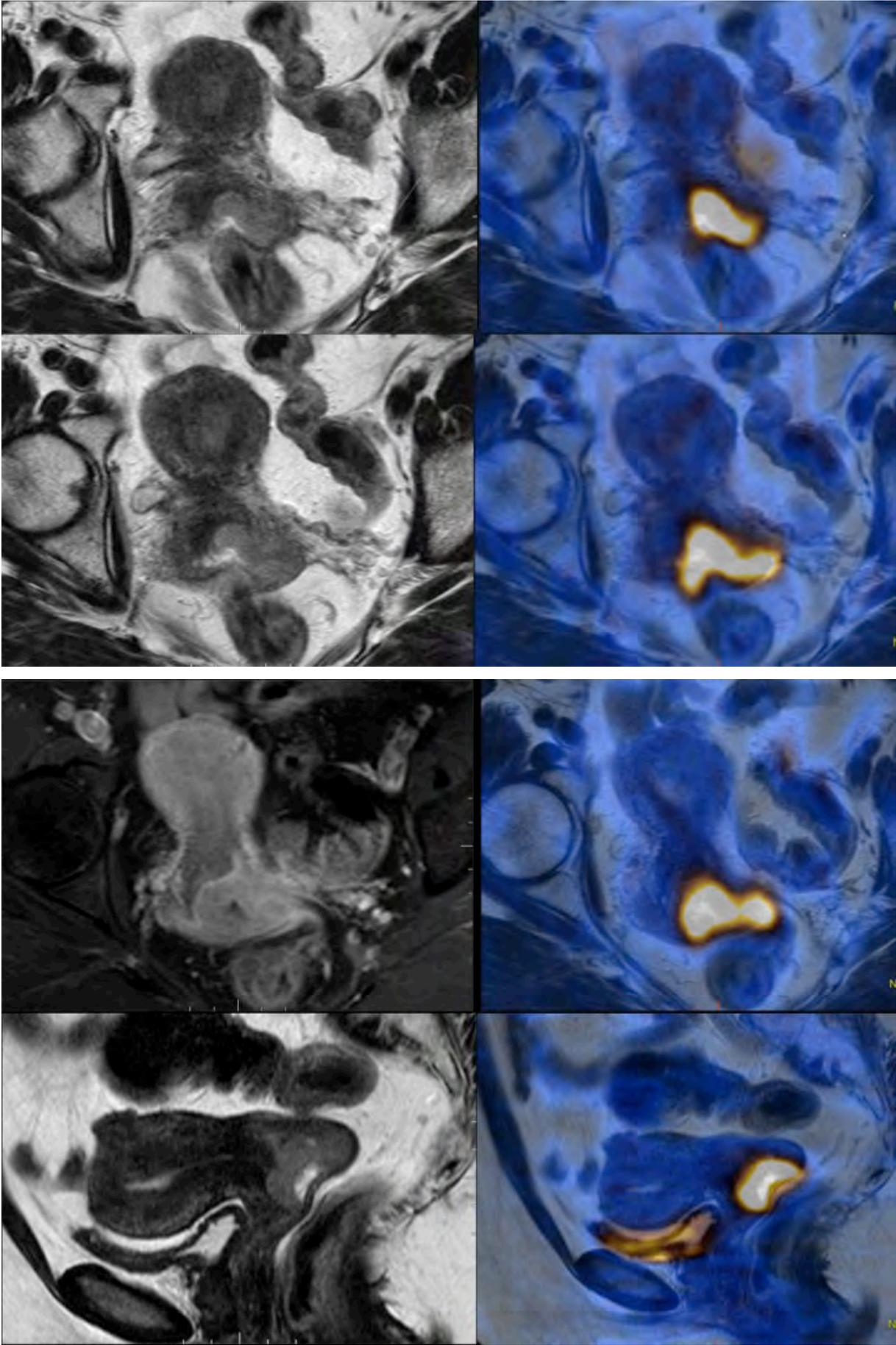
Patiente 3 :

49 ans, pas d'antécédent, biopsie : carcinome épidermoïde

1. Bilan d'imagerie initial :

- IRM
 - T : 4,4cm, la tumeur a des contours bien délimités en T2. Bonne délimitation tumorale. Il n'a pas été réalisé de séquence en diffusion lors de l'acquisition des images.
 - N : On pourrait avoir un doute sur un ganglion iliaque interne gauche petit et rond avec un rehaussement périphérique en T1 après injection de Gadolinium au bout du paramètre gauche mais non pris en compte finalement car inférieur à 10mm.
 - Stade FIGO IIB
 - TEP-TDM
 - N : Le petit ganglion n'est pas vu sur la TEP-TDM. La précision anatomique du TDM est insuffisante pour le trouver et voir si il fixe ou pas. En tout cas on ne retrouve pas de fixation dans la zone en regard, on s'attachera à le chercher sur la fusion.
- Un ganglion positif à droite au niveau de la bifurcation iliaque. Deux hypothèses : non vu à l'IRM : Faux négatif ou hors champ (IRM ne remontant pas assez haut).
- T : Délimitation tumorale correspond à ce qui a été vu en IRM (lésion de =49*39mm)

- **Fusion (0):** Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine
 - N : L'adénopathie pelvienne positive en TEP-TDM est hors champ de l'IRM pelvienne, qui ne comportait pas de coupes abdominales.
- La petite adénopathie visible au bout du paramètre gauche ne fixe pas.



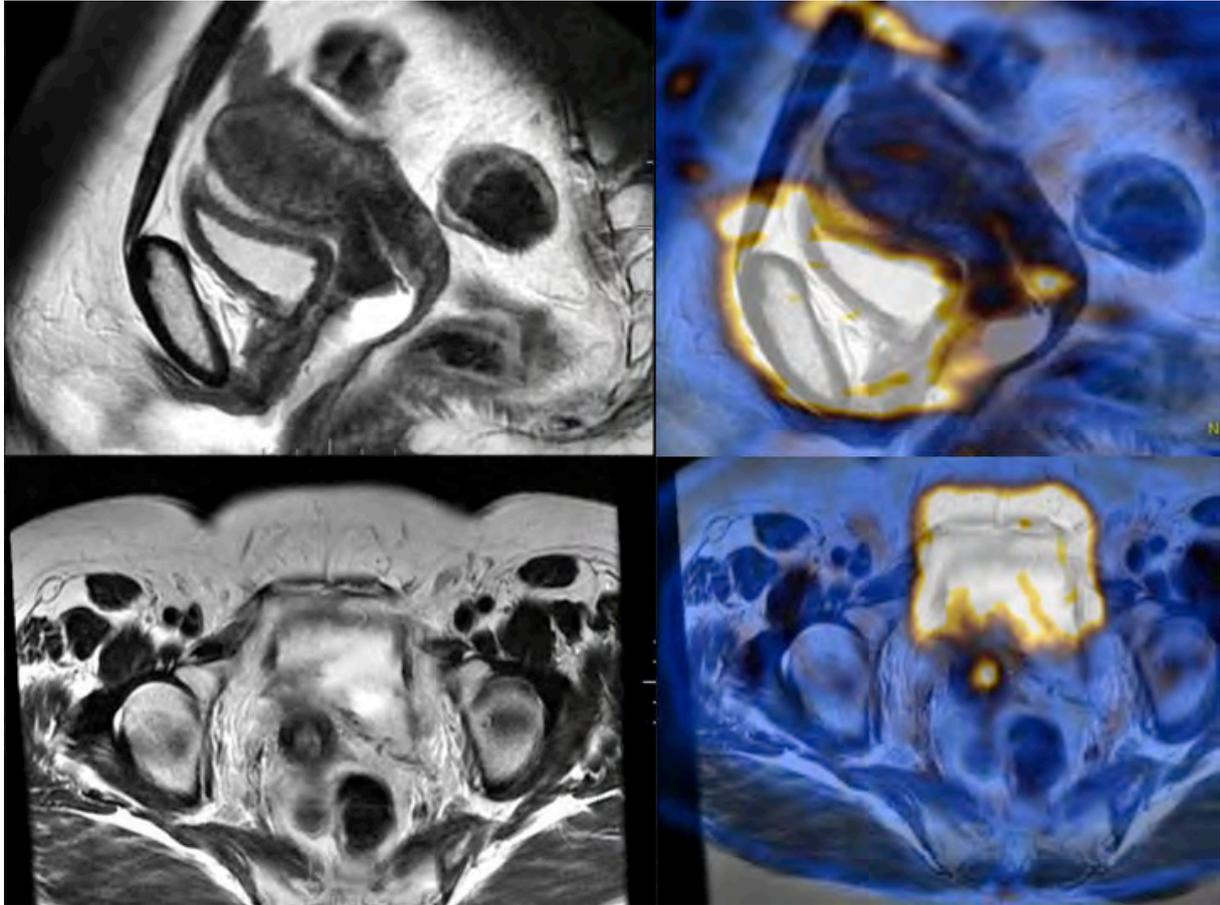
Coelioscopie diagnostique avec curage lombo aortique : 2N+/7 (non vus au bilan préopératoire) : l'analyse anatomo-pathologique de ces ganglions retrouve de l'adénocarcinome papillaire de haut grade.

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie avant la réévaluation par TEP et IRM

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM
- T : Persistance d'un hypersignal T2 positif en diffusion en faveur d'un reliquat tumoral de 16mm
- N : négatif
 - TEP-TDM
- T : Maladie résiduelle en place 16*17mm.
- N : négatif
 - **Fusion (1):** Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique
 - Changement d'interprétation:** non
- Ici les deux zones se recouvrent parfaitement : maladie résiduelle certaine. Le fait de prouver que la zone en hypersignal T2 correspondant à la zone positive en TEP-TDM renforce la confiance diagnostique. Si il n'y a pas de concordance dans la localisation, de recouvrement des zones hyper T2, et en hypersignal diffusion d'une part, et positives en TEP-TDM d'autre part, il faut chercher une autre explication à la fixation TEP-TDM et au signal hyperT2 : il peut s'agit d'un faux positif inflammatoire ou d'une complication du traitement par exemple.
- N : négatif



Chirurgie : Hystérectomie avec annexectomie bilatérale et curage pelvien bilatéral

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral de 12*12 mm

0N+/7

Evolution : récurrence 4 mois après la chirurgie sur le plan local et à distance : métastase pulmonaire et adénopathies lombo-aortiques et pelviennes

Dernières nouvelles un an après le diagnostic de la récurrence : vivante avec maladie

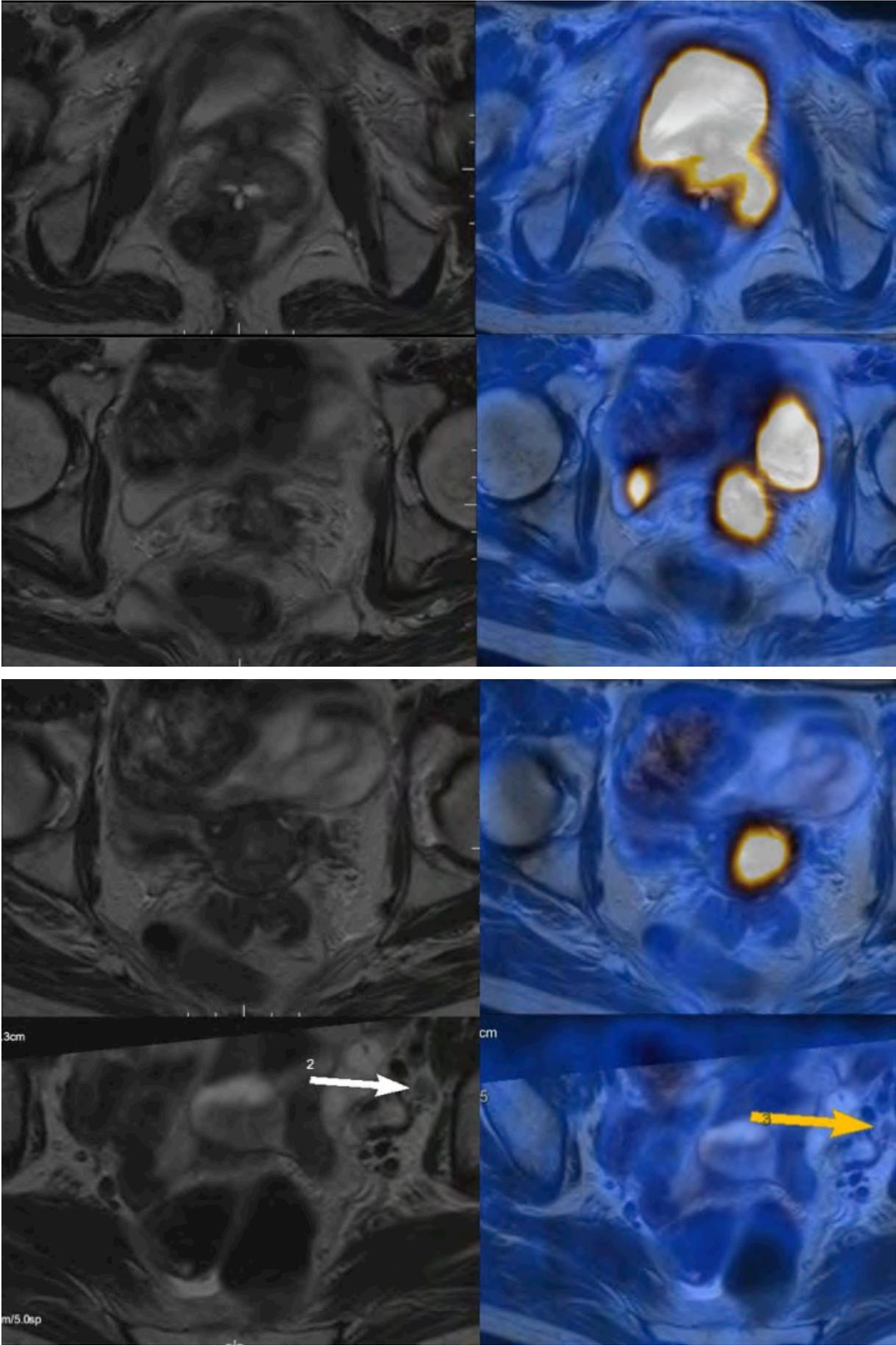
Patiente 4 :

54 ans, pas d'antécédent, biopsie : adénocarcinome

1. Bilan d'imagerie initial :

- IRM

- T : 4,5cm Envahissement bilatéral des paramètres prédominant à gauche, atteinte du corps utérin et du 1/3 supérieur du vagin, bonne délinéation tumorale en T1, pas de séquence en diffusion réalisées
- N : Adénopathie douteuse obturatrice gauche, petite, ronde, de 7 mm et rehaussée par l'injection de produit de contraste.
- Stade FIGO IIB
 - TEP-TDM
- T : délinéation tumorale correspond à la zone vue en IRM T 41*27mm
- N : Une adénopathie positive en lomboaortique non vue sur IRM car hors champ et le ganglion suspect en obturateur est dédouané.
 - **Fusion (1):** Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique; **Changement d'interprétation:** non
- T : Lésion hémi circonférentielle gauche prédominant en antérolatéral gauche bien vue : bonne concordance entre les modalités de la zone tumorale.
- N : le ganglion obturateur visualisé grâce à la précision anatomique de l'IRM est bien négatif en TEP



Coelioscopie diagnostique avec curage lombo-aortique : 3N+/6 (une adénopathie lombo-aortique vue en préopératoire).

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes.

Pas de curiethérapie.

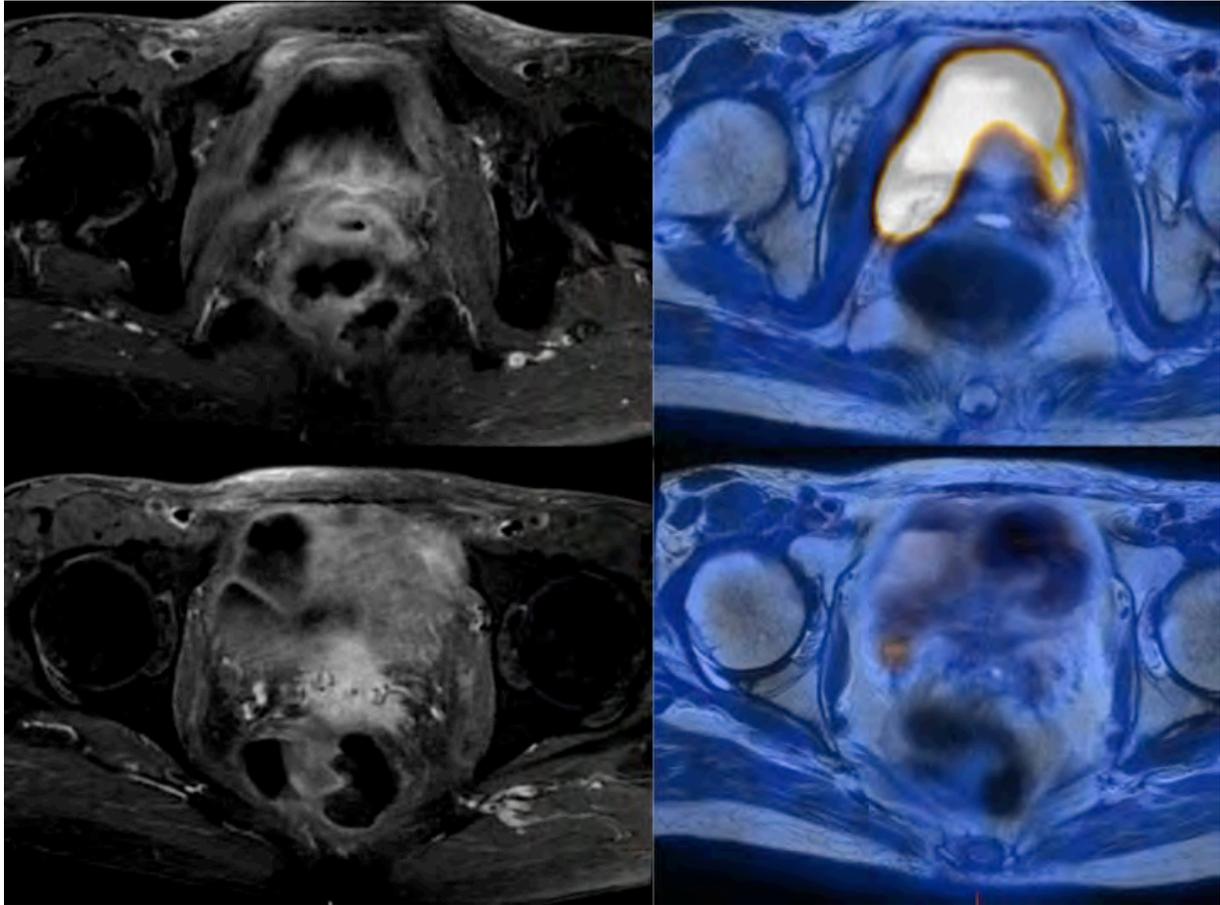
2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM
- T : IRM réalisée précocement juste avant la fin de la radiothérapie, volumineux résidu tumoral massivement rehaussé par l'injection de gadolinium
 - TEP-TDM deux mois après l'IRM
- T : pas de maladie résiduelle
- N : pas d'adénopathie positive

- **Fusion (2) : Douteux** (délai entre les 2 examens)

Cela aurait été intéressant d'avoir une TEP au moment de l'IRM car il s'agissait peut être déjà d'un faux positif de l'IRM, c'est à dire d'une zone de remaniement post thérapeutique déjà éteinte en TEP-TDM.

On conclut donc de la façon suivante : IRM faux positif, TEP-TDM vrai négatif, TEP-IRM vrai négatif.



Chirurgie : Hystérectomie avec annexectomie bilatérale et curage pelvien bilatéral

3. Analyse anatomo-pathologique

Pas de résidu tumoral, réponse complète

ON+/10

Evolution : décédée moins d'un an après la chirurgie de clôture, la cause du décès n'est pas connue, pas de récurrence mentionnée dans le dossier.

Patiente 5 :

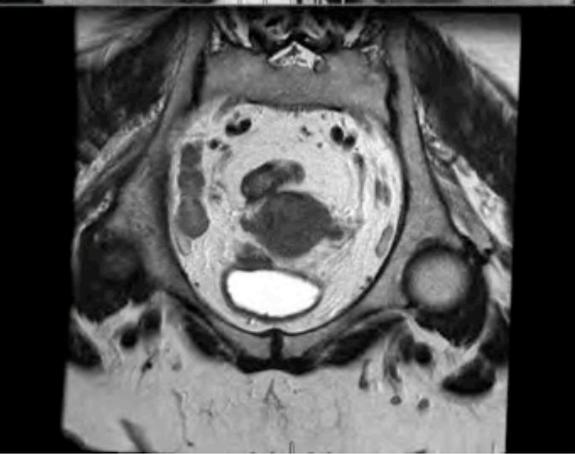
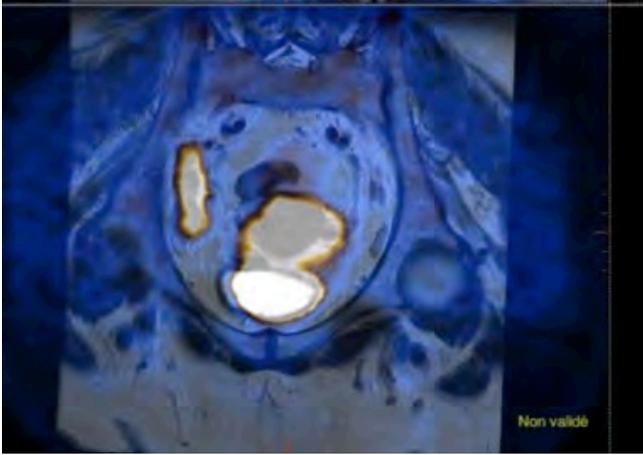
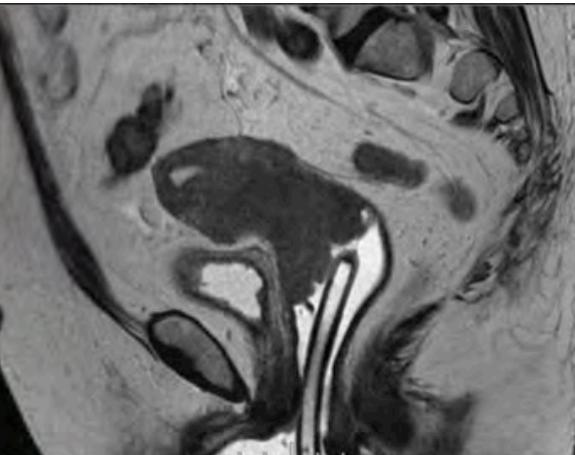
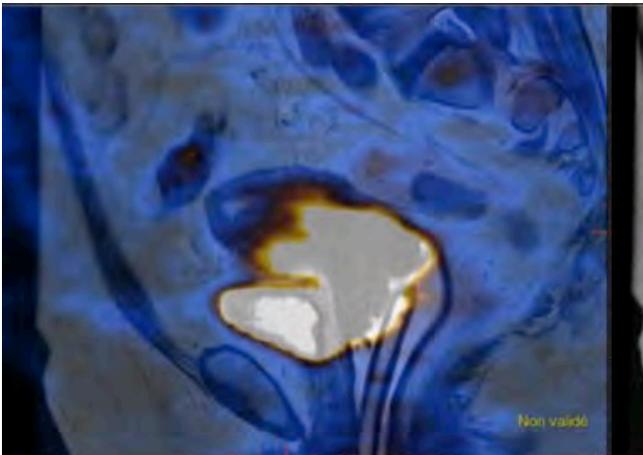
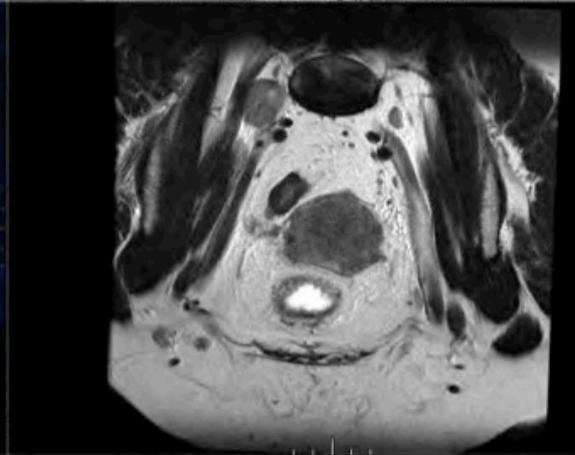
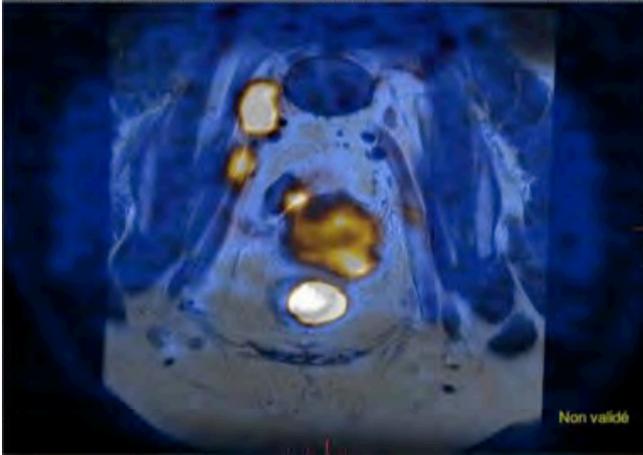
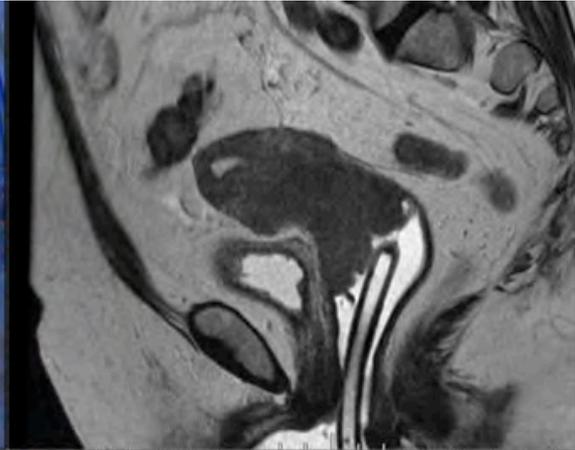
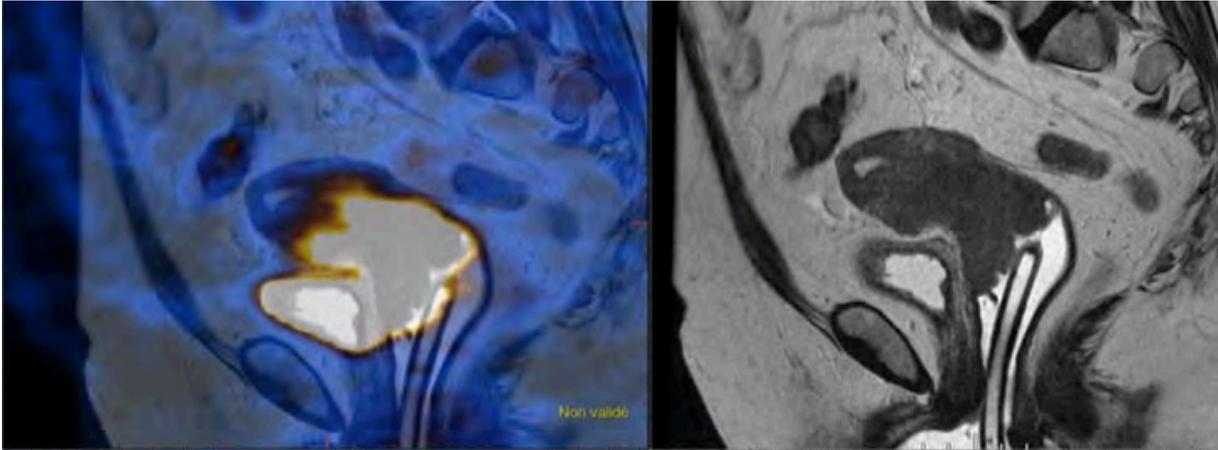
62 ans, pas d'antécédent, biopsie : carcinome épidermoïde,

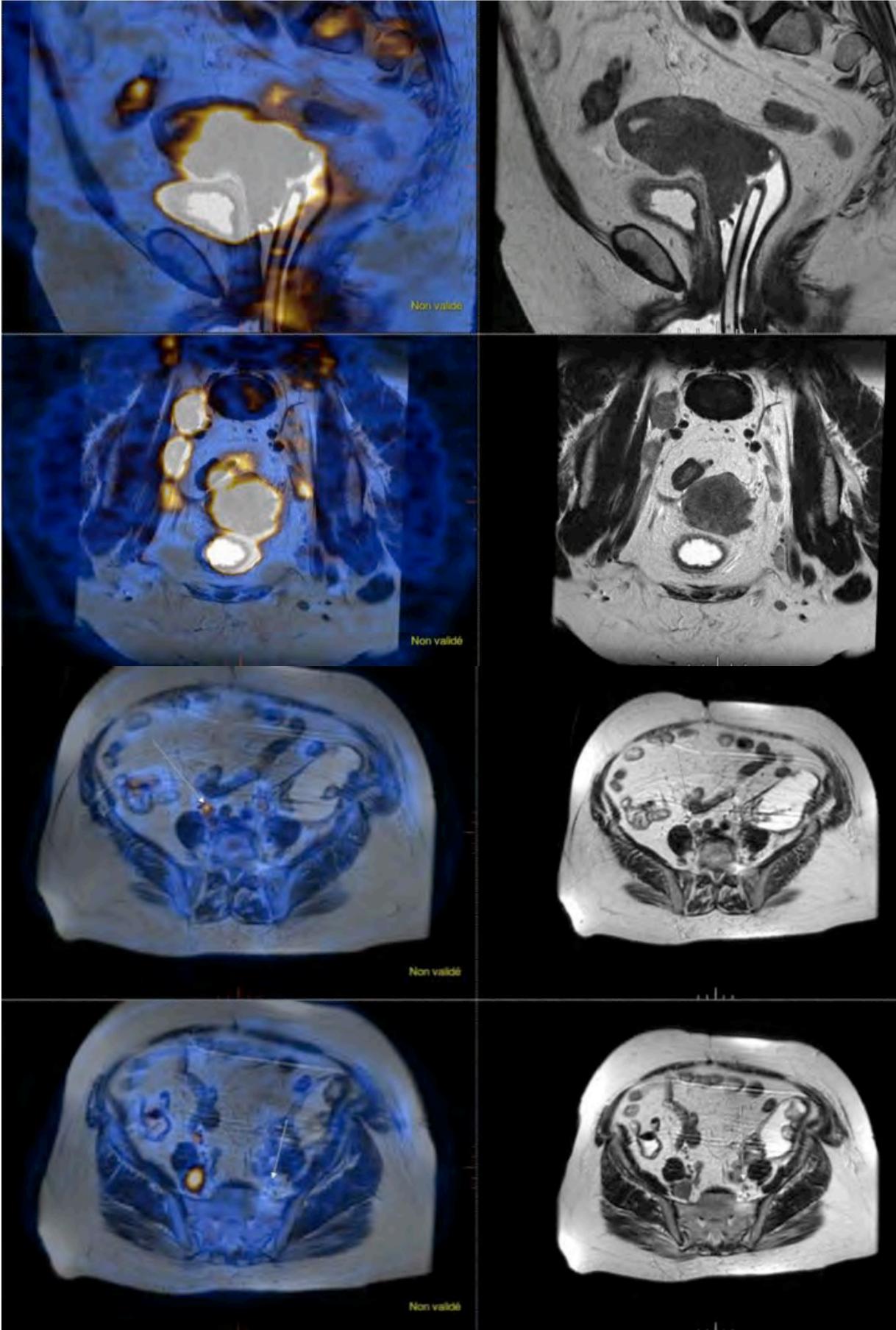
Coelioscopie diagnostique avec curage lombo-aortique infra-mésentérique : 6N+/8.

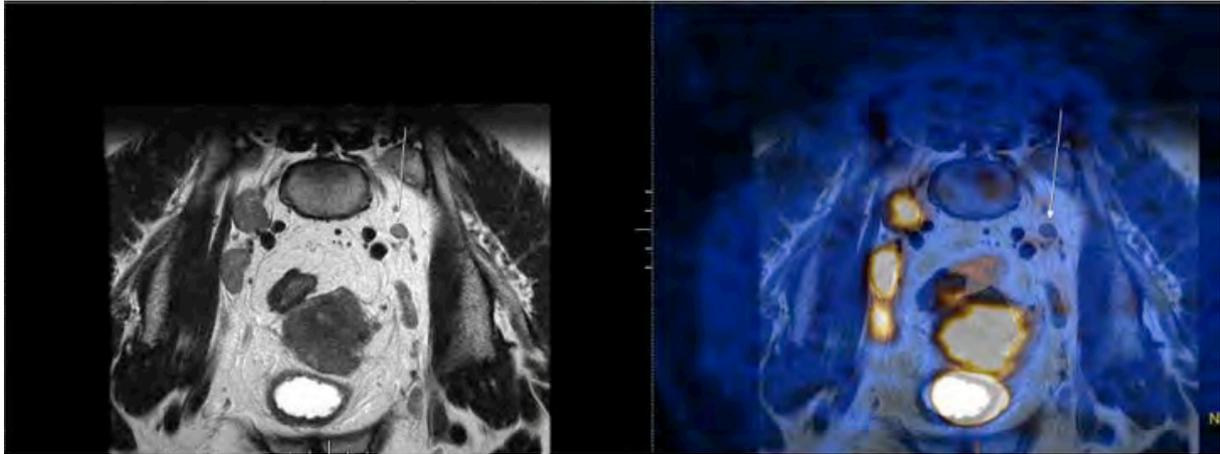
1. Bilan d'imagerie initial

Réalisé après la chirurgie de stadification lombo-aortique dans ce cas

- IRM
 - T : 5,2cm, avec envahissement du 1/3 supérieur du vagin antérieur, des deux paramètres, du corps utérin épargnant le fundus. Pas d'envahissement postérieur
 - stade FIGO IIB
 - N : à droite adénopathie positive en ilio-obturateur et en iliaque interne.
A gauche : adénopathie suspecte en iliaque interne (limite : 8 mm) non retenue finalement.
- TEP-TDM
 - T : 59*40mm, maladie touchant l'isthme et le corps utérin respectant le fundus, atteinte des paramètres et du vagin visible mais mauvais contraste dans les tissus mous du TDM
 - N : TEP-TDM réalisée après curage infra-mésentérique. A droite adénopathie positive en iliaque primitif non vue en IRM et également en obturateur et en iliaque interne. A gauche pas de fixation en iliaque interne mais adénopathie positive en iliaque externe non vue à l'IRM
- **Fusion (3)**: Probable amélioration de la certitude diagnostique,
 - T : la fusion est concordante pour l'évaluation de la zone tumorale, l'IRM permet une bonne évaluation anatomique de l'atteinte du 1/3 supérieur du vagin et des paramètres avec épargne du fond utérin. Pas d'apport franc de la fusion dans ce cas.
 - N : à droite confirmation d'une adénopathie positive en IRM mais en iliaque primitif petite adénopathie non vue à l'IRM révélée par la TEP-TDM. La fusion donne ici un substrat anatomique à la positivité de la TEP-TDM.
 - A gauche le ganglion iliaque interne suspect à l'IRM ne fixe pas en TEP mais il y a une adénopathie positive en iliaque externe







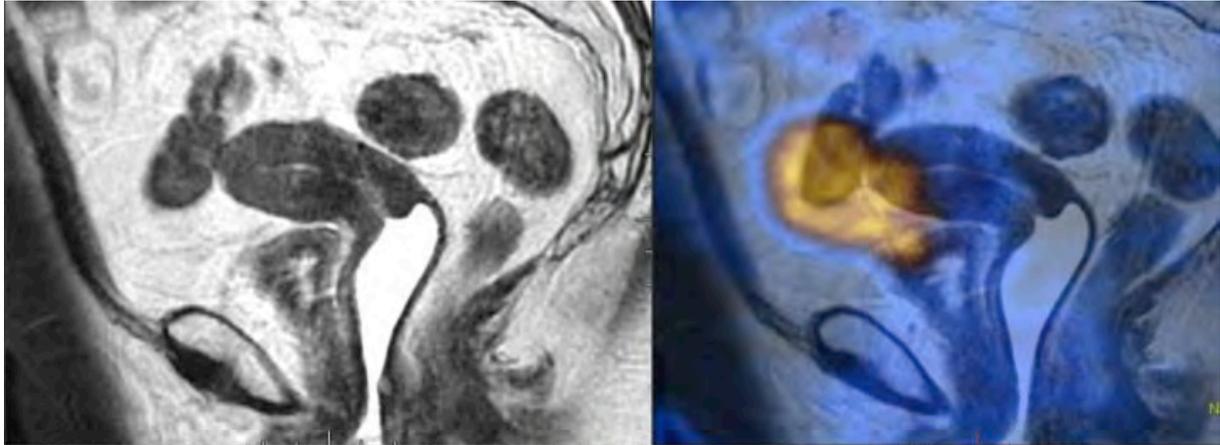
Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM réalisée 1 mois après la première IRM et avant la curiethérapie
- T : petit résidu tumoral positif en diffusion, bonne réponse précoce mesuré à 2 cm, hétérogénéité en T1 au sein de la tumeur
- N : Réponse complète
- TEP-TDM réalisée 1 mois après la curiethérapie, soit 2 mois après l'IRM
- T : Réponse complète
- N : Réponse complète

- **Fusion (2) Douteux: Changement d'interprétation:** non

La zone T2 résiduelle (positive également en séquence de diffusion) est négative en TEP : il n'y a donc pas de résidu tumoral, il pourrait s'agir d'un faux positif de l'IRM mais le fait que les deux examens aient été réalisés avec un intervalle long et avec la curiethérapie entre l'IRM et la TEP ne nous permet pas de conclure.



Curiethérapie

Chirurgie : Hystérectomie avec annexectomie bilatérale et curage pelvien bilatéral

3. Analyse anatomo-pathologique

Pas de résidu tumoral, réponse complète

ON+/30

On conclut donc : IRM : faux positif (même si le résidu était probablement présent quand même à ce moment), TEP-TDM vrai négatif, TEP-IRM : vrai négatif

Evolution : Récidive un an après la chirurgie de clôture sous la forme d'adénopathies médiastino-hilaires et de foyers pulmonaires.

Dernières nouvelles six mois après le diagnostic de récurrence : vivante avec la maladie.

Les cas 4 et 5 sont des situations de discordance entre TEP-TDM et IRM (IRM en faveur d'un résidu tumoral et TEP négatif) mais leurs interprétations sont délicates compte tenu d'un délai entre les deux examens de 2 mois. Il peut s'agir en effet d'un faux positif de l'IRM c'est à dire d'une zone de fibrose et qui n'aurait en effet pas été hypermétabolique si la TEP-TDM avait été contemporaine de l'IRM. L'autre hypothèse est que le résidu tumoral était bien présent au moment de la réalisation mais que grâce à l'effet rémanent de la radiothérapie il a fini par disparaître au moment de la TEP-TDM et de la chirurgie.

Patiente 6 :

50 ans, pas d'antécédent, biopsie : carcinome épidermoïde

1. Bilan d'imagerie initial

- IRM
- T : 7,9 cm, atteinte du tiers supérieur du vagin avec un doute sur le tiers inférieur et atteinte des paramètres sans franchissement vésical, atteinte du mesorectum et envahissement urétéral bilatéral, séquence en diffusion concordantes.

- N : A droite : adénopathie suspecte iliaque interne.

A gauche : adénopathie pré sacrée gauche non considérée comme pathologique car compris dans le bloc tumoral + adénopathie gauche iliaque externe obturatrice 9 mm avec rehaussement périphérique et centre nécrotique et prenant le gadolinium.

Pas de coupes abdominales.

- FIGO : Stade IIIB

- TEP

- T : 85*56mm

- N : Deux adénopathies positives en lomboaortique non vues en IRM.

A droite : adénopathie iliaque interne vue à l'IRM confirmée.

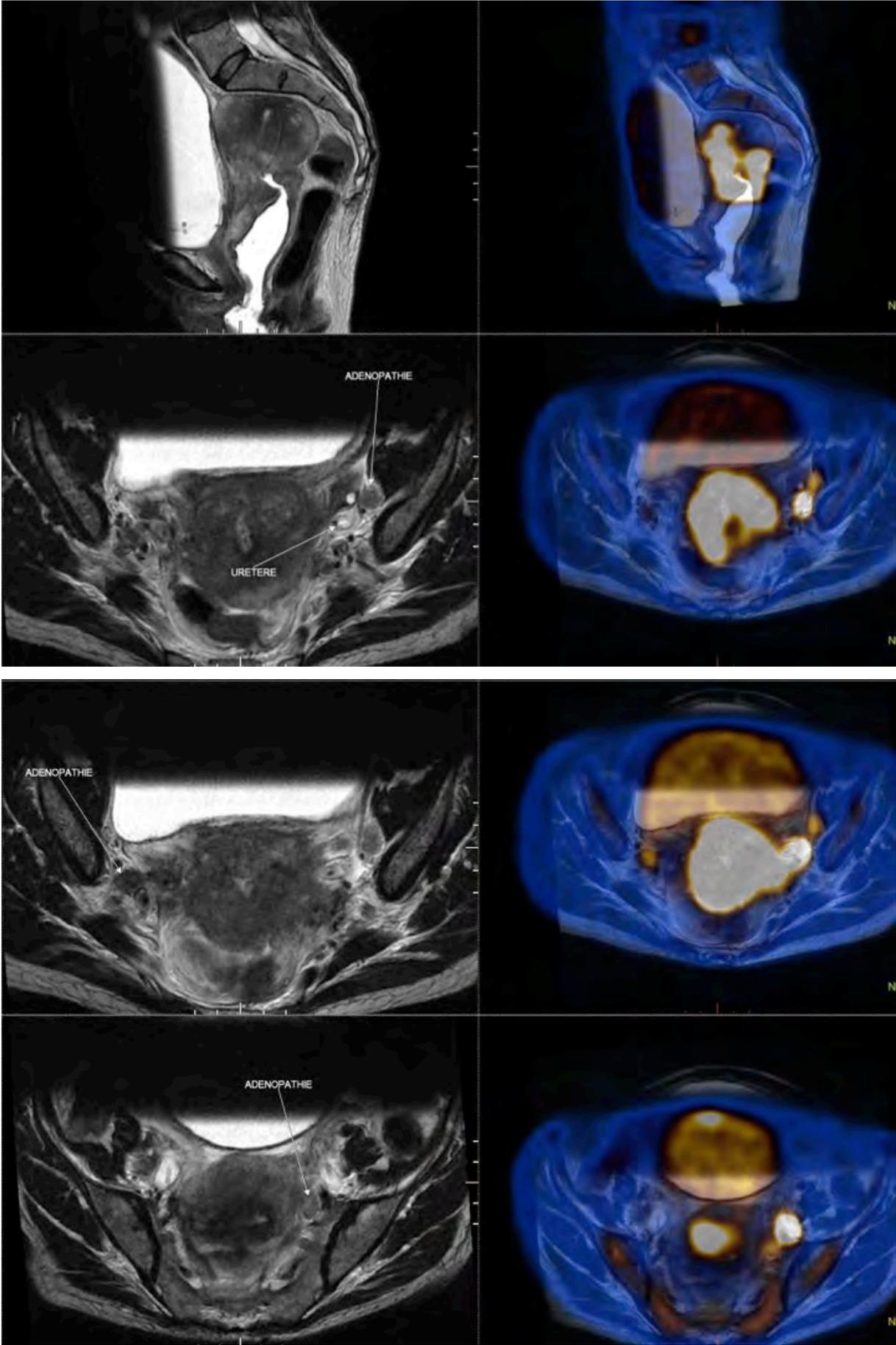
A gauche : adénopathie obturatrice gauche confirmée.

- **Fusion (3):** Probable amélioration de la certitude diagnostique,

- T : Zone tumorale concordante, il n'y a donc pas d'intérêt franc de la fusion pour l'étude du primitif, en dehors de la qualité du support anatomique de l'IRM. On devient par contre certain grâce à la fusion de l'absence d'atteinte du tiers inférieur du vagin

- N : La dilatation urétérale bilatérale complique la lecture de l'atteinte ganglionnaire en TEP. La stase du radiotracer dans les uretères distaux masque la fixation du ganglion qui se trouve en avant. L'IRM permet alors de bien différencier l'uretère de l'adénopathie au contact.

Confirmation de l'adénopathie obturatrice gauche est positive et à droite confirmation de l'adénopathie iliaque interne.



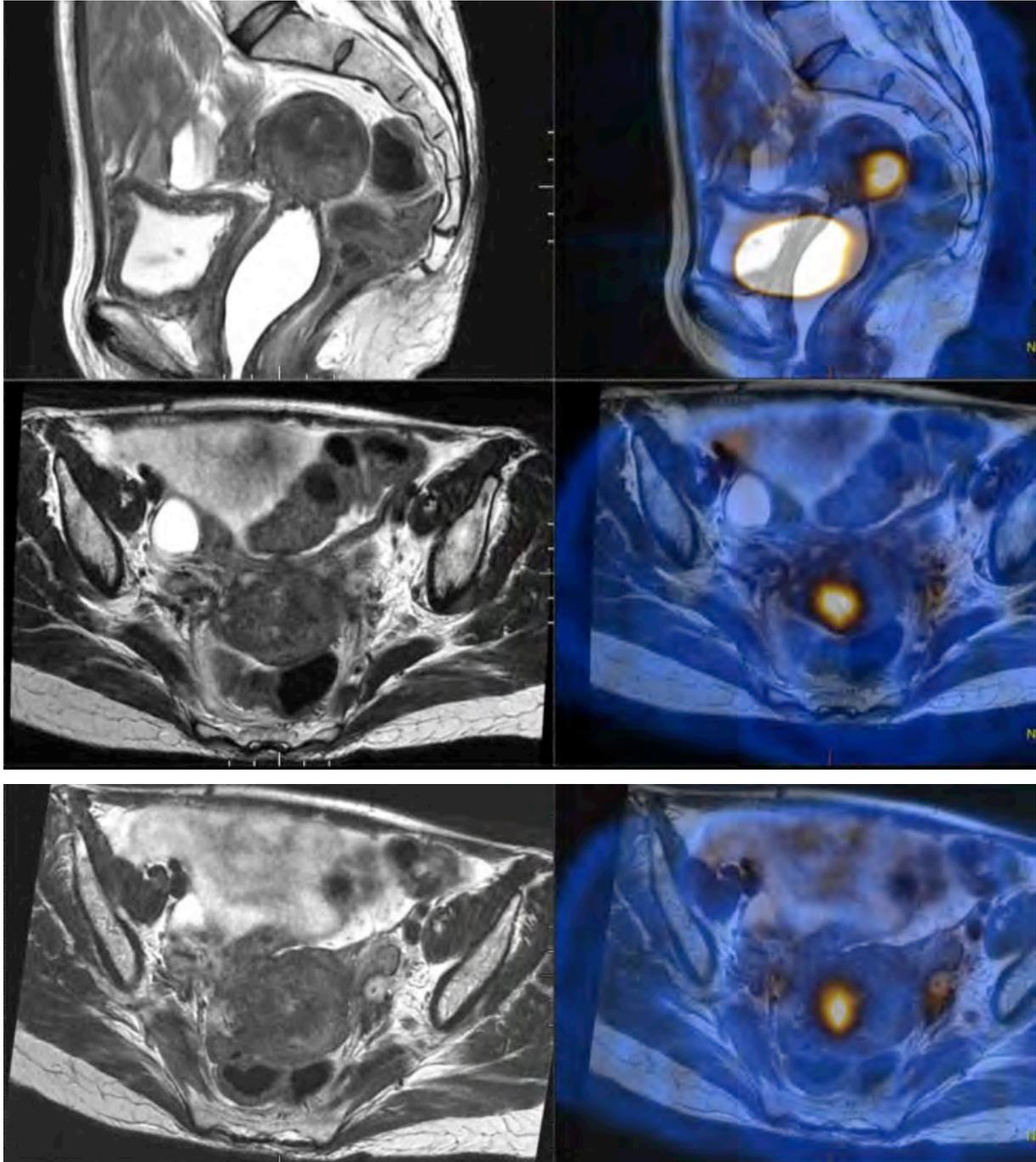
Pas de chirurgie de stadification, pas de curage

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie avant le bilan de réévaluation après traitement

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM
- T : Réponse partielle, Doute important sur les limites et la mesure du résidu tumoral mesuré finalement à 4,4 cm. On visualise une zone en signal T2 intermédiaire, séquence en diffusion positive, la sonde double J gauche n'est plus dans la tumeur
- N : les adénopathies ne sont plus suspectes
 - TEP-TDM
- T : il persiste un volume tumoral 29*25mm
- N : les adénopathies sont négatives
 - **Fusion (2):** Douteux; **Changement d'interprétation:** non
- T : la fusion est gênée car il n'y a pas eu de balisage vaginal en TEP et le rectum est plein de gaz en TEP-TDM, il a donc fallu effectuer deux niveaux de fusion, en recalant les examens sur les contours utérins pour évaluer le résidu tumoral ; Il apparaît que la zone positive en TEP-TDM est plus petite et plus latéralisée à droite que la zone en hypersignal T2 ;
après réalisation d'un deuxième recalage sur les uretères la zone positive en TEP correspond à une zone bien délimitée en IRM.
La fusion permet de mieux situer la zone du résidu tumoral.
- N : 0, examens concordants, après étude de la fusion par recalage sur cadre osseux



Chirurgie : Hystérectomie avec annexectomie bilatérale, curage pelvien bilatéral et curage lombo-aortique.

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral supérieur à 4 cm (aspect fragmenté de la pièce opératoire, atteinte de l'isthme et de la paroi postérieure du myomètre sans franchissement de la séreuse)

ON+/9 en pelvien et 1N+/11 en lombo-aortique

On conclut IRM : vrai positif, TEP-TDM : vrai positif TEP-IRM : vrai positif pour le résidu tumoral

(Pour le stade N une adénopathie non vue à l'imagerie est positive en anatomopathologie)

Evolution : progression locale au niveau paramétrial de façon bilatérale traitée par chimiothérapie

Dernières nouvelles : six mois après le diagnostic de récurrence : vivante sans maladie

Patiente 7 :

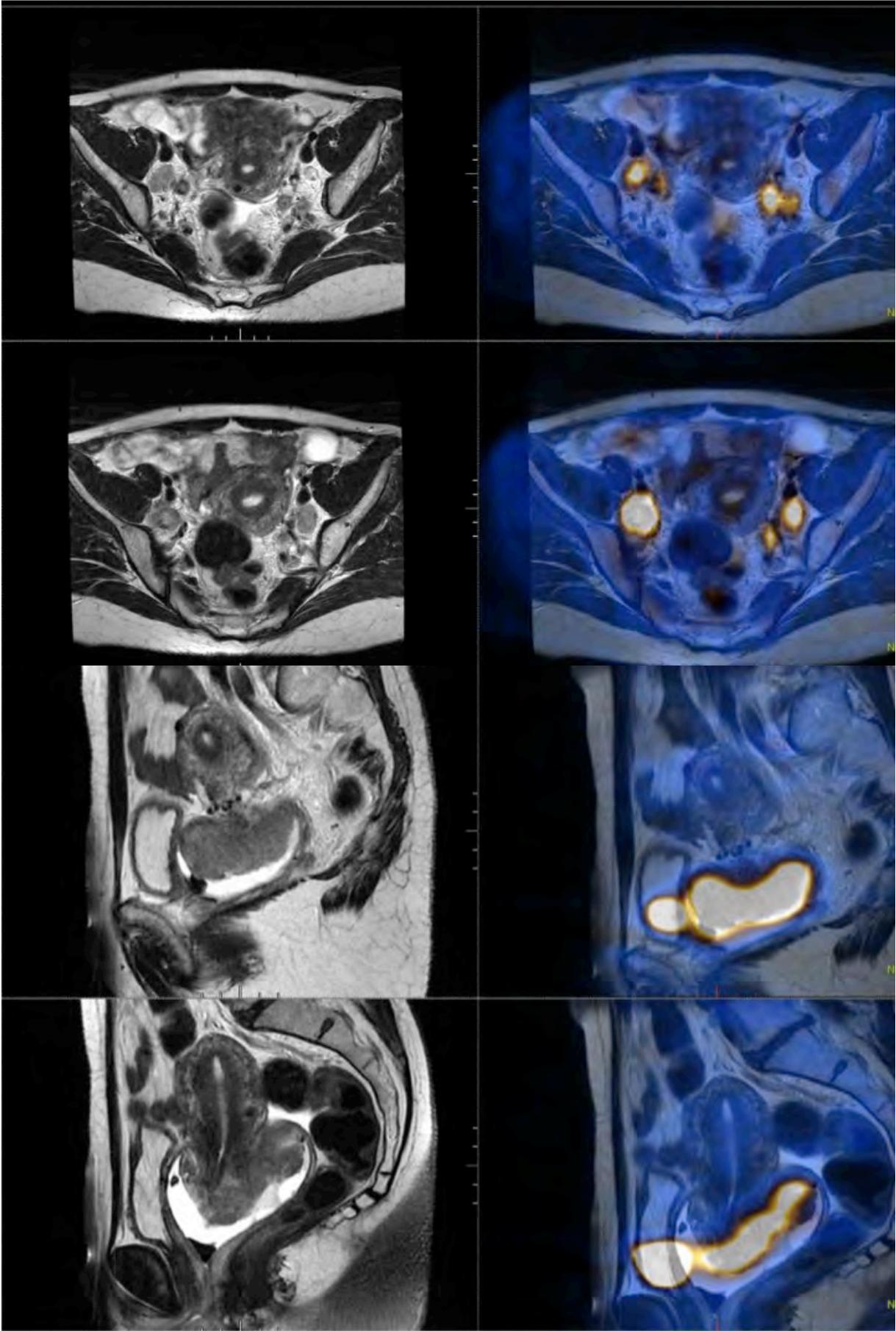
46 ans, pas d'antécédent, biopsie : adénocarcinome

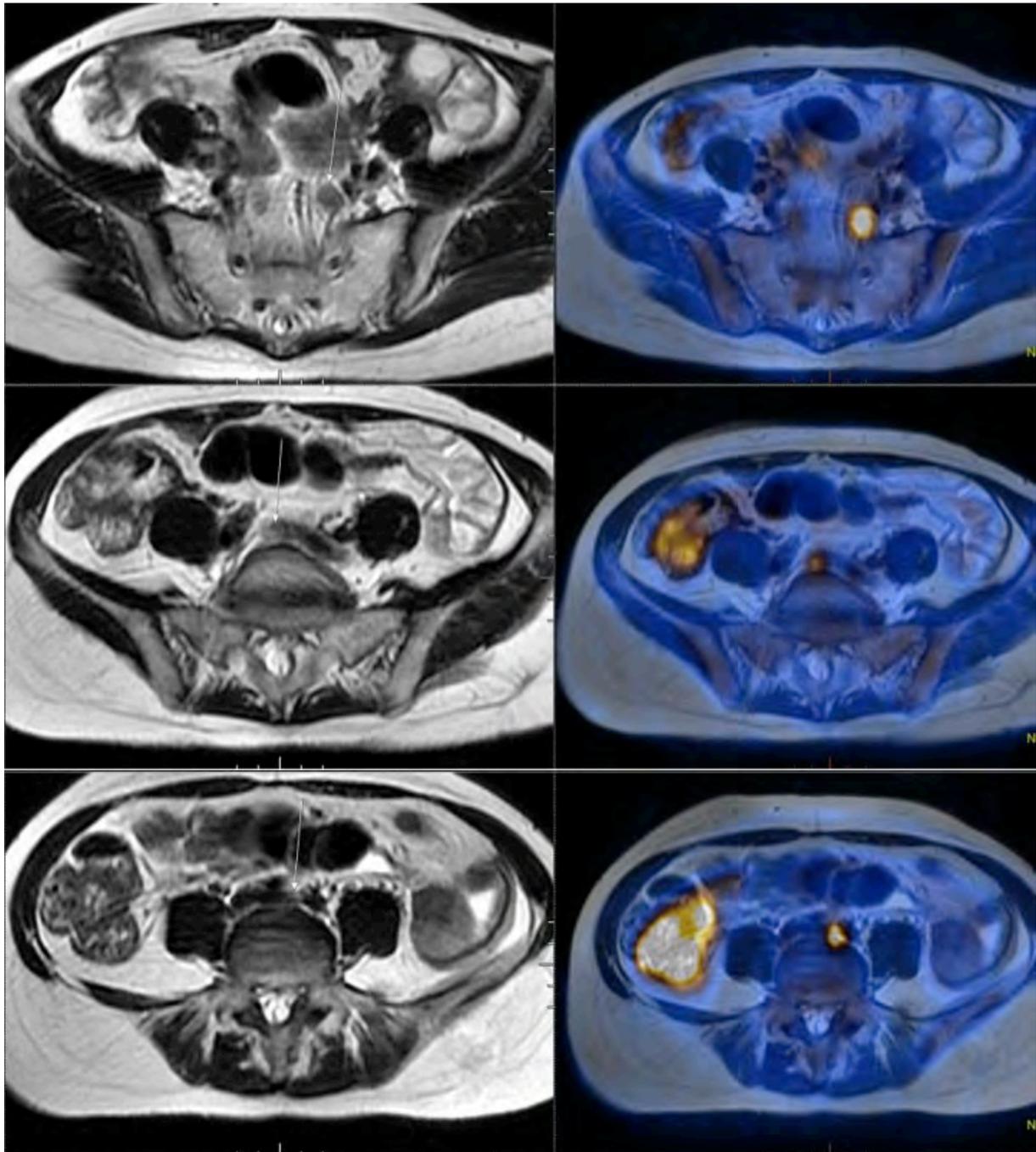
1. Bilan d'imagerie initial

- IRM
 - T : 7,4 cm Tumeur exophytique typique de la femme jeune avec atteinte paramétriale bilatérale, pas d'envahissement vaginal ou vésical visible
 - stade FIGO IIB
 - N : A gauche : adénopathie suspecte obturatrice gauche et un ganglion suspect en pré sacré gauche mesurant 10mm, et positif en séquence de diffusion. A droite un ganglion obturateur droit et un ganglion mésorectal gauche.
 - TEP -TDM
 - T : concordant avec IRM 94*77mm
 - N : un ganglion positif de la bifurcation aortique (lomboaortique) non retenu à l'IRM, un ganglion positif iliaque interne droit non vu à l'IRM, le ganglion présacré gauche douteux à l'IRM fixe de façon importante à la TEP-TDM , les deux ganglions obturateurs droit et gauche sont vus et positifs.
- Le ganglion mésorectal vu à l'IRM est positif en TEP-TDM, il s'agit vraisemblablement d'une adénopathie de drainage de l'extension de contiguïté à la loge rectale.

- **Fusion (3):** Probable amélioration de la certitude diagnostique,

- T : concordance
- N : un ganglion obturateur gauche para urétéral, un iliaque interne droit et un de la bifurcation non vus à l'IRM seule, la fusion permet ici de donner un substrat anatomique à la positivité de la TEP-TDM, mal vu sur le scanner, grâce à la bonne résolution de l'IRM dans les tissus mous. Concordance des autres ganglions





Coelioscopie diagnostique avec curage lombo-aortique: 1N+/2

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM juste avant la curietherapie
- T : Résidu tumoral de 9mm T2 très douteux, mais diffusion négative : probable maladie résiduelle.

- N : 0
 - TEP-TDM deux mois après l'IRM et 1 mois après la curiethérapie
- T et N : réponse complète
- **Fusion (3):** Probable amélioration de la certitude diagnostique, **Changement d'interprétation: oui**
 - réponse complète : Dans ce cas le radiologue exprime un doute important quant à la présence d'un résidu tumoral, le fait de fusionner avec la TEP-TDM qui a une meilleure spécificité, et donc de voir que la zone douteuse à l'IRM ne fixe pas le FDG permet une augmentation de la confiance diagnostique.

Curiethérapie

Chirurgie : Hystérectomie avec annexectomie bilatérale, curage pelvien bilatéral.

3. Analyse anatomo-pathologique

Réponse complète

0N+/6

L'IRM de réévaluation était en faveur de la présence d'un résidu tumoral mais cela a été dédouané par le TEP-TDM, et par la fusion TEP-IRM. Il n'y a pas d'hyperfixation en regard de la zone en hyper-signal T2 douteuse à l'IRM. L'anapath donne raison au TEP-TDM et à la fusion TEP-IRM

Evolution : Sept ans après la chirurgie : vivante sans maladie

Patiente 8 :

66 ans, pas d'antécédent, biopsie : carcinome adenosquameux

1. Bilan d'imagerie initial

- Pas d'IRM disponible faite le 19/08/09, stade FIGO IIB
- Pas de TEP

Coelioscopie diagnostique avec curage lomboaortique : 1N+/9

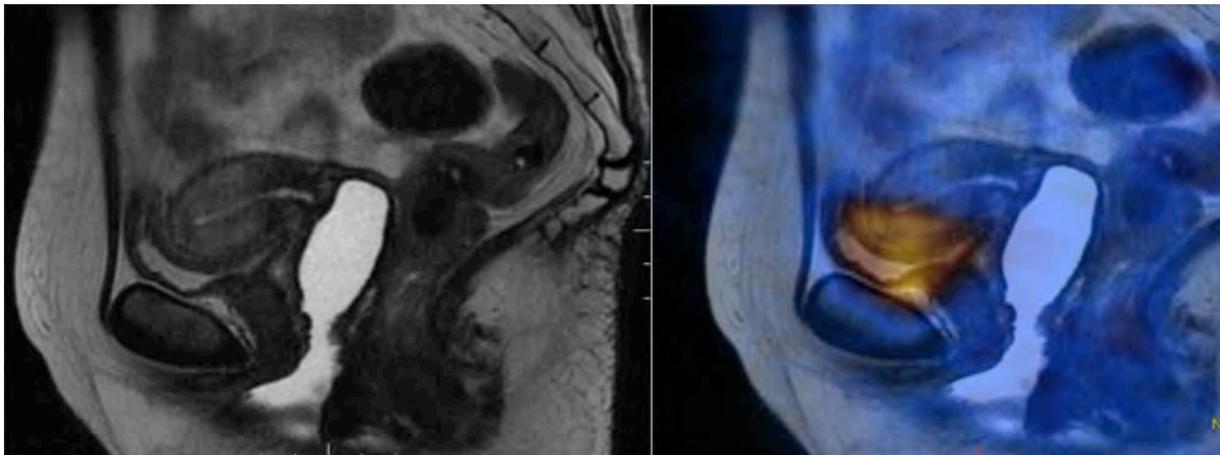
Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie avant bilan de réévaluation

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM
- Réponse complète T et N mais le radiologue exprime un doute dans son interprétation («absence probable de résidu tumoral»)
- TEP-TDM
- Réponse complète T et N

- **Fusion (1):** Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique;
Changement d'interprétation: non
- pas d'intérêt de la fusion mais dans ce cas le radiologue avait des doutes qui l'empêchaient de conclure à une réponse complète de façon formelle donc la fusion lui a permis d'augmenter sa confiance diagnostique.



Chirurgie : Hystérectomie avec annexectomie bilatérale, curage pelvien bilatéral

3. Analyse anatomo-pathologique

Réponse complète

0N+/11

IRM : vrai négatif, TEP-TDM vrai négatif, TEP-IRM : vrai négatif.

Evolution : dernières nouvelles : sept ans après la chirurgie de clôture : patiente vivante sans maladie.

Patiente 9 :

60 ans, pas d'antécédent, biopsie : carcinome épidermoïde stade IIB sur le compte rendu de l'IRM initiale.

Prise en charge dans un autre centre jusqu'à la chirurgie de clôture

1. Bilan d'imagerie initial : pas d'examen récupérable

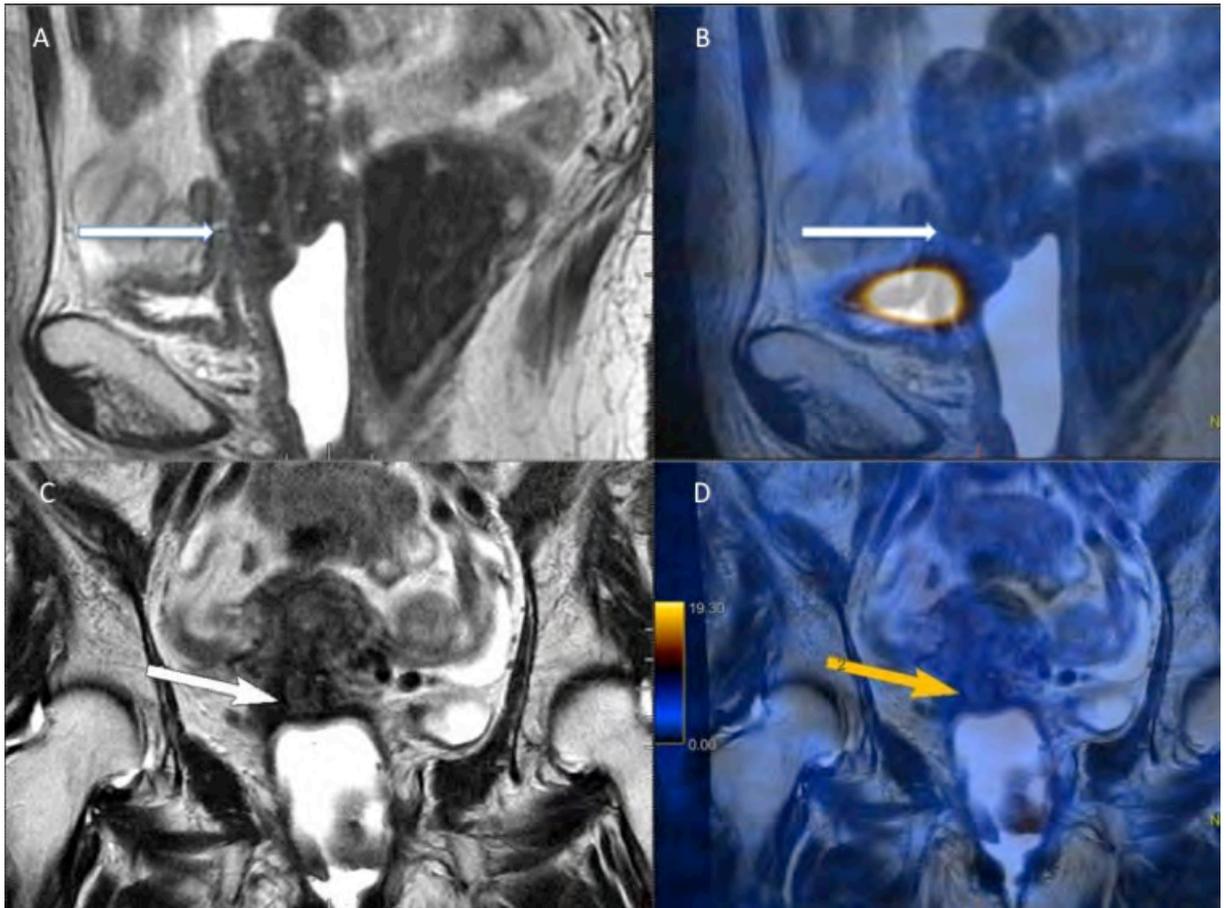
Pas de coelioscopie diagnostique de stadification.

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM
- T : Résidu tumoral de 11mm de signal intermédiaire en T2 et positif en diffusion, pas d'atteinte paramétriale, pas d'atteinte ganglionnaire mais doute persistant quant à cette interprétation : probable résidu tumoral (3).
- TEP-TDM réalisée 2 mois après IRM
- T et N : Réponse complète
- **Fusion (3):** Probable amélioration de la certitude diagnostique;
Changement d'interprétation: oui
- L'IRM retrouvait un résidu tumoral qui a été dedouané par la TEP-TDM, la zone qui est en hypersignal T2 et positive en diffusion est bien négative en TEP-TDM. Il existe un changement d'opinion du radiologue et une augmentation de la confiance grâce à la fusion.



Chirurgie : hystérectomie avec annexectomie bilatérale, curage pelvien bilatéral et lombo-aortique.

3. Analyse anatomo-pathologique

Pas de résidu tumoral

0N+/13 (0N+/8 en pelvien et 0N+/5 en lombo aortique)

IRM : faux positif, TEP-TDM : vrai négatif, TEP-IRM : vrai négatif

L'IRM de réévaluation était en faveur de la présence d'un résidu tumoral mais cela a été dédouané par le TEP-TDM, et par la fusion TEP-IRM. Il n'y a pas d'hyperfixation en regard de la zone en hyper-signal T2 douteuse à l'IRM. L'anatomopathologie donne raison au TEP-TDM et à la fusion TEP-IRM

Evolution : décédée un an et demi après la chirurgie de clôture, de cause inconnue.

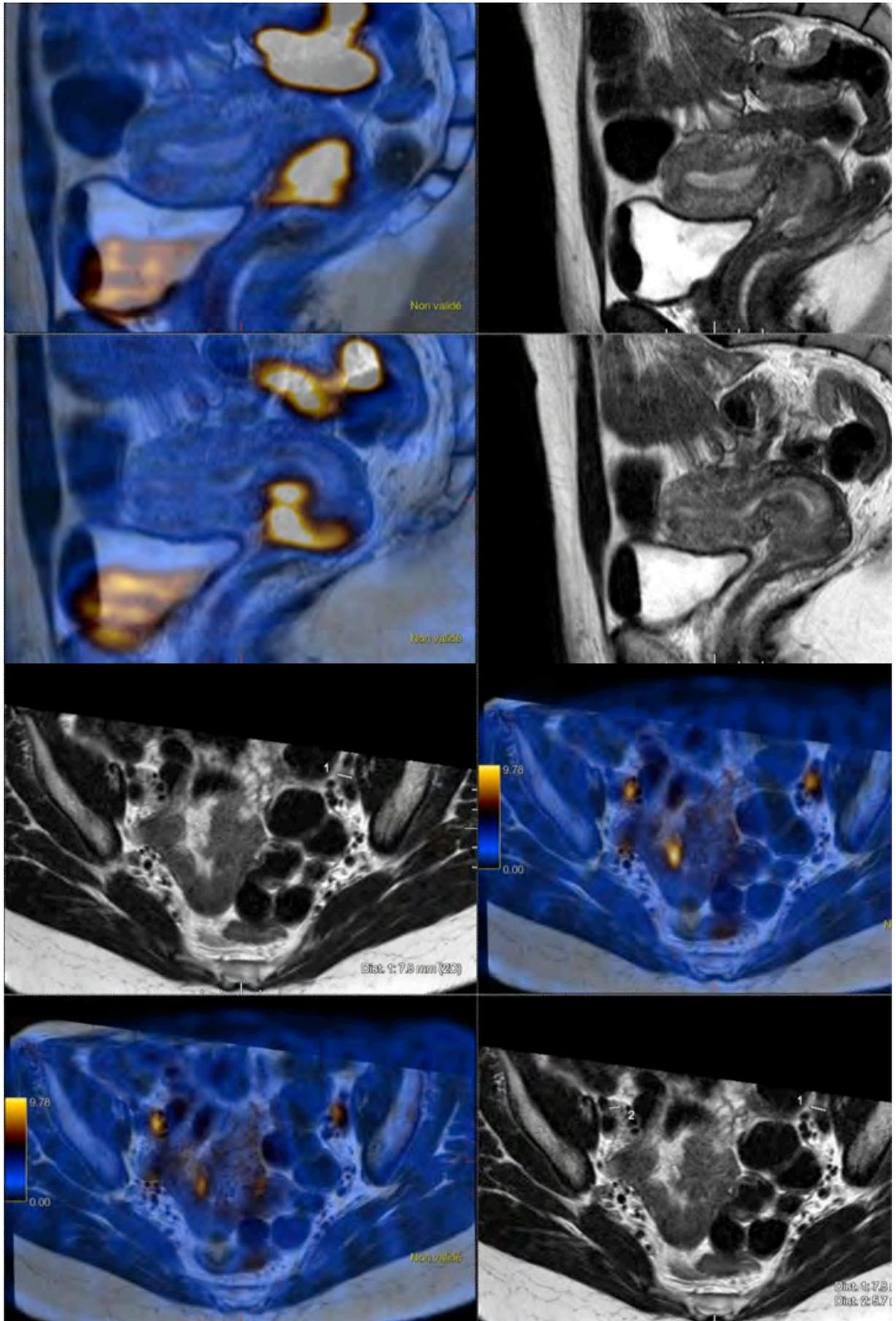
Patiente 10 :

38 ans, biopsie : carcinome épidermoïde,

1. Bilan d'imagerie initial

- IRM
- T : 4 cm, Atteinte paramétriale droite, pas d'atteinte du vagin a priori mais pas de balisage vaginal, atteinte de l'isthme sur séquence T1 gado Spir. Pas de diffusion, pas de temps précoce APC.
- Stade IIB
- N : 0
- TEP-TDM
- T : 41*49mm et Diagnostic d'une lésion de la charnière recto-sigmoïdienne non vue à l'IRM, la TEP-TDM met en contraste des lésions dans des zones qui ne sont pas forcément bien regardées en IRM par l'opérateur.
- N : Adénopathies non vues à l'IRM : une iliaque externe droite, une iliaque externe gauche, une lombo-aortique, une de la bifurcation iliaque commune gauche.

- **Fusion (4):** Amélioration certaine de la certitude diagnostique
- T : confirme la double localisation tumorale (4)
- N : La TEP-TDM fixait pour les ganglions pelviens mais sans substrat anatomique visible au TDM, avec la fusion on est sûr qu'il s'agit de ganglions et pas de faux positif vasculaire par exemple (3), deux adénopathies supplémentaires hors champ de l'IRM sont identifiées par la TEP-TDM : une iliaque commune et une lombo-aortique.



Coelioscopie diagnostique avec lymphadénectomie lomboaortique de stadification et

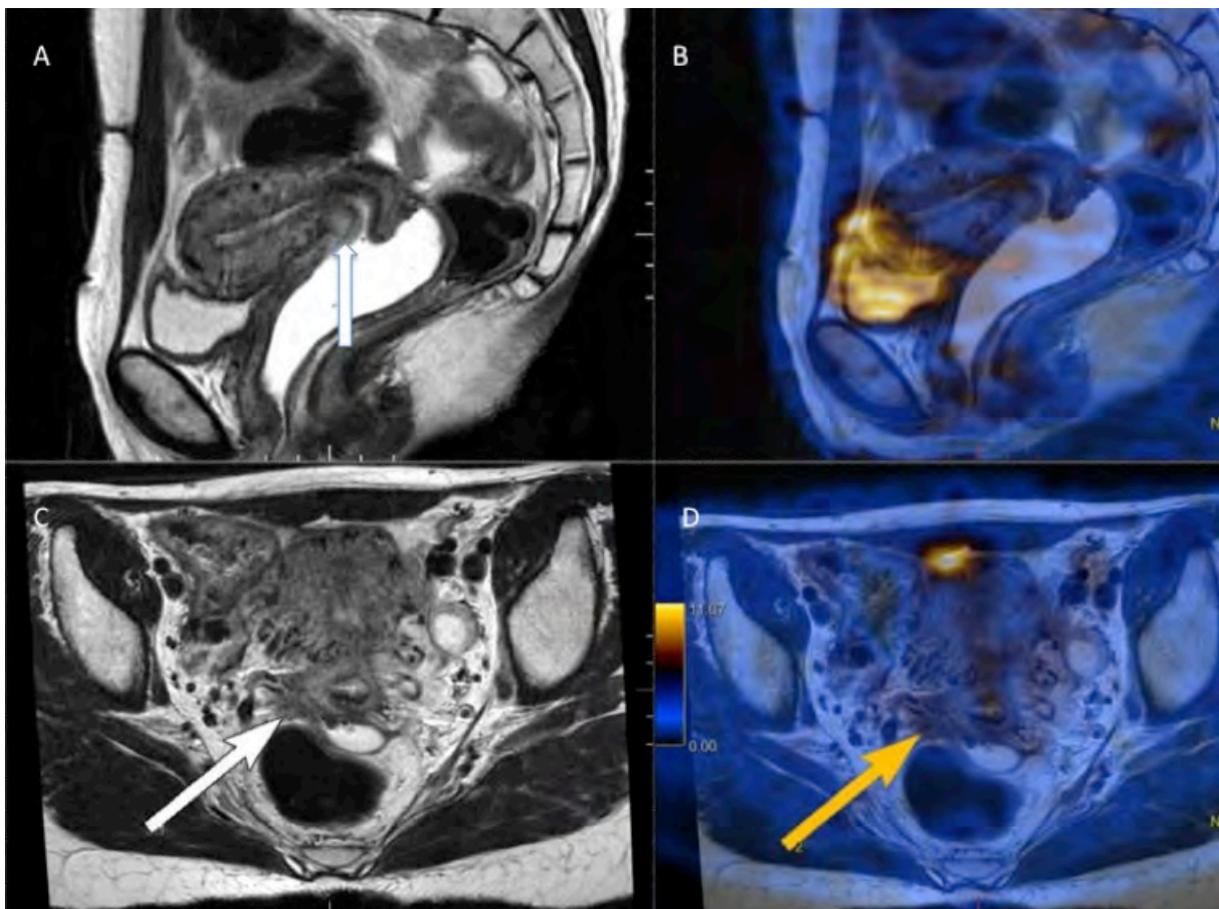
colectomie gauche : 1N+/19 et adénocarcinome pT3pN0 sur la pièce opératoire de la colectomie.

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM
- T : pas de restitution de l'hyposignal du col : résidu tumoral de 18 mm en hyper T2, en hyper signal en diffusion, atteinte paramétriale droite.
- TEP-TDM soit 1 mois après la curiethérapie
- T et N : réponse complète
- **Fusion (3)** Probable amélioration de la certitude diagnostique ; **changement d'interprétation: oui pour le radiologue**
- Augmentation de la certitude diagnostique, Renforce la conviction car on voit que la zone T2 suspecte ne fixe pas, probable Faux positif de l'IRM.



Chirurgie : Hystérectomie avec annexectomie bilatérale et curage pelvien bilatéral

3. Analyse anatomo-pathologique

Reliquat millimétrique à 1 mm de la marge latérale

ON+/8

Au final : IRM vrai positif, TEP-TDM faux négatif, TEP-IRM faux négatif.

Evolution : Quatre ans après la chirurgie de clôture patiente vivante sans maladie.

Le résultat de l'analyse anatomopathologique de la pièce « reliquat millimétrique à 1 mm de la marge latérale » a été considéré comme positif pour respecter les critères stricts de l'analyse statistiques mais on sait en pratique que ce résidu tumoral ne peut pas être vu en imagerie et qu'il ne correspond donc pas à ce qui a été mesuré sur les IRM à 18 mm. Il s'agit donc probablement ici en fait de faux positifs de l'IRM.

Patiente 11 :

48 ans, pas d'antécédent, biopsie : carcinome épidermoïde

1. Bilan d'imagerie initial

- IRM
 - T : Tumeur de 10,8 cm de l'endocol sans atteinte paramétriale, aspect de la tumeur en IRM évoquant un contingent mucineux : hypersignaux hétérogènes T2 et atteinte majoritairement de l'endocol, association à une atteinte ovarienne.
 - Stade IIB
 - N : ganglion douteux iliaque externe gauche de 8 mm et inguinal droit de 13mm mais ne prenant pas le contraste donc finalement considérés comme non suspects.
- TEP-TDM
 - T : 91*66 mm fixation peu intense de la tumeur (incompatible avec l'anatomopathologie de la biopsie initiale qui avait répondu carcinome épidermoïde => confirmation des doutes sur l'analyse anatomo-pathologique de pièce opératoire adénocarcinome mucineux), la valeur du SUV sur l'ovaire est en faveur d'une atteinte maligne.

- N : sur la première lecture de la TEP-TDM seule : pas d'atteinte ganglionnaire visualisée. On verra ensuite qu'il s'agit d'un faux négatif.

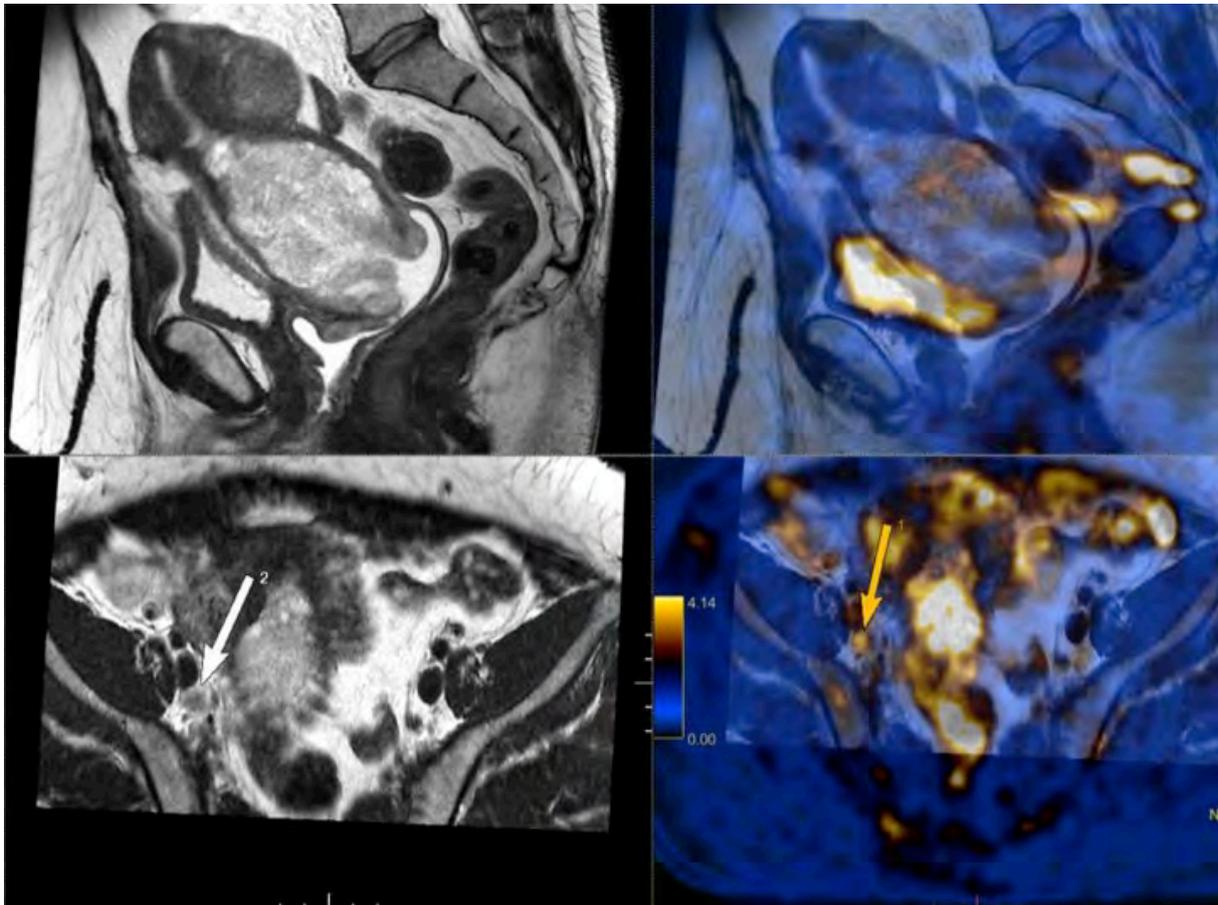
- **Fusion (4):** Amélioration certaine de la certitude diagnostique

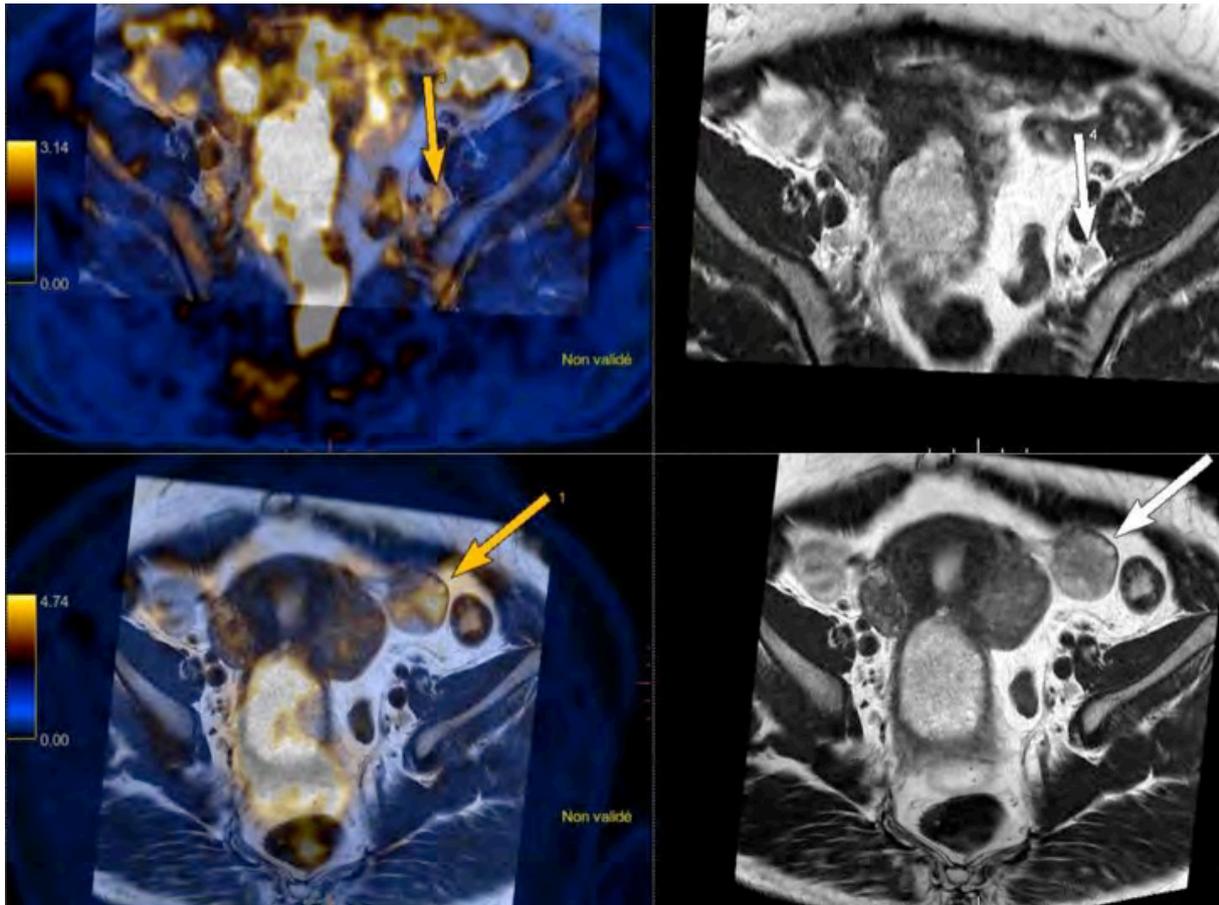
- N : positifs de façon bilatérale en obturateur

Les ganglions n'étaient pas considérés comme suspects ni à la lecture de l'IRM seule, ni à la lecture de la TEP seule, ils ont été révélés par la fusion et retenus comme pathologiques uniquement après recalage TEP-IRM.

L'intérêt de la fusion est plus important dans les situations atypiques comme ici (par exemple avec cette anatomo-pathologie plus rare)

Ici la somme des éléments sémiologiques radiologiques permet d'affiner le diagnostic.





Coelioscopie diagnostique avec lymphadenectomie lombo-aortique de stadification 2N+/10 (non vus au bilan d'imagerie pré-opératoire)

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie avant le bilan d'imagerie

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM
 - T : Résidu tumoral sur l'ovaire et sur le col de 6,6cm : réponse partielle, les paramètres ne sont toujours pas atteints.
 - N : Les ganglions sont plus petits et sont plus en hyposignal : réponse complète sur les ganglions.
- TEP-TDM
 - T : résidu tumoral sur col 60*50mm et ovaire
 - N : réponse complète
- **Fusion (1):** Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique,

Changement d'interprétation : non

- Pas d'apport de la fusion dans ce cas en dehors peut-être d'une définition plus précise du volume tumoral.

Chirurgie : hystérectomie avec annexectomie bilatérale. Les lymphadénectomies pelviennes n'ont pas été réalisées en raison d'un pontage vasculaire et de l'absence de fixation à la TEP de réévaluation)

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral 15 mm correspondant à un adénocarcinome mucineux avec atteinte paramétriale bilatérale, de l'endomètre, du myomètre et des ovaires, limites d'exérèse chirurgicale cervicale tangentes ;

IRM : vrai positif, TEP-TDM : vrai positif, TEP-IRM : vrai positif

Évolution : apparition d'une fistule recto-vaginale traitée par colostomie + poursuite évolutive locale, ganglionnaire pelvienne et en latéro-aortique.

Décédée un an après la chirurgie de clotûre.

Patiente 12 :

43 ans, pas d'antécédent, biopsie : adénocarcinome

1. Bilan d'imagerie initial

- IRM
- T : 6 cm tumeur exophytique de la femme jeune, pas d'atteinte des paramètres
- Stade FIGO IIB
- N : à gauche : deux adénopathies iliaques externes suspectes (+/_ 1 accolée) avec en T1 collerette périphérique de prise de contraste et une nécrose centrale (pathognomonique d'une atteinte tumorale ganglionnaire à l'IRM et une des rares étiologies de faux négatif en TEP-TDM car la nécrose ne fixe pas).

A droite : deux adénopathies iliaques externes.

Pas de coupes abdominales, pas d'exploration en iliaque commun, pas de diffusion

- TEP-TDM

- T concordant avec IRM 63*56mm
 - N : un ganglion lombo-aortique non vu à l'IRM car hors champ et une dizaine de ganglions pelviens.
- **Fusion (0)** Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine,

Pas de coelioscopie diagnostique

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie avant le bilan de réévaluation

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM
 - T : résidu tumoral de 2,4 cm, positif en diffusion
 - N : un ganglion lombo-aortique non retenu, ganglions iliaques externes bilatéraux toujours présents
 - TEP-TDM
 - T 31*37mm et N : réponse partielle
- **Fusion (1):** Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique,

Changement d'interprétation: non

- Pas d'apport en dehors du confort d'interprétation.

Chirurgie : hystérectomie avec annexectomie bilatérale (pas de curage pelvien)

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral 20mm

IRM : vrai positif, TEP-TDM : vrai positif, TEP-IRM : vrai positif

Evolution : dernières nouvelles : un mois après la chirurgie de clôture, patiente vivante sans maladie.

Patiente 13 :

36 ans, pas d'antécédent, accouchement voie basse puis persistance de métrorragies post coïtales.

Biopsie : adénocarcinome villo-glandulaire à la biopsie, stade IB2N+

1. Bilan d'imagerie initial : pas d'examen récupérable.
 - IRM : stade IB2N+

Coelioscopie diagnostique avec curage lombo-aortique : 1N+micrométastatique / 8

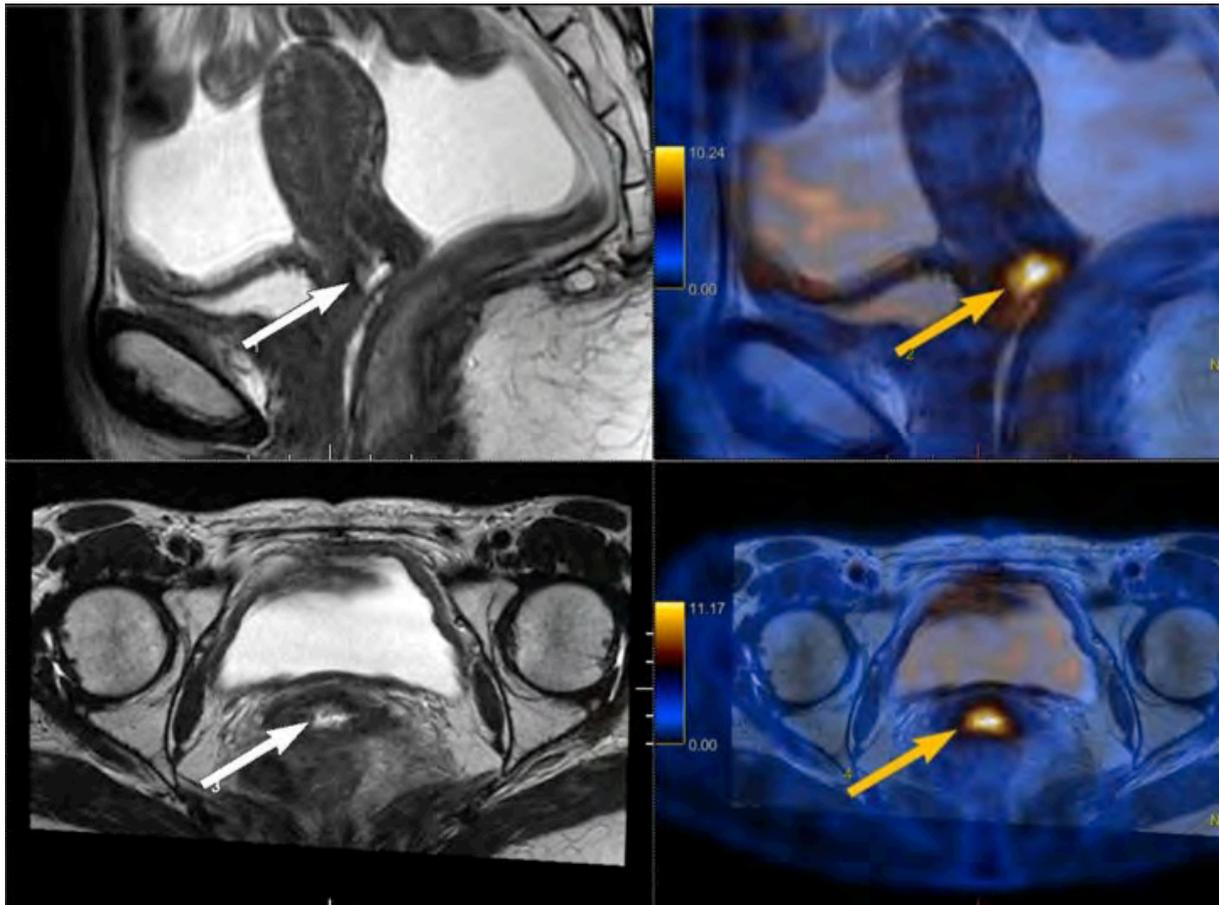
Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie avant bilan de réévaluation

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement
 - IRM
 - T : Résidu tumoral de 0,5 cm en hyper T2 petit mais très positif en diffusion au niveau de la lèvre antérieure, pas d'atteinte des paramètres
 - N : 0
 - TEP-TDM
 - T : maladie résiduelle 17*26 mm (pas d'évaluation de la réponse car il n'y a pas d'évaluation initiale disponible pour comparatif)
 - N : 0
 - **Fusion (1):** Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique,

Changement d'interprétation: non

- Peu d'intérêt en dehors du confort d'interprétation, donne un meilleur substrat anatomique à la TEP.



Chirurgie : hystérectomie avec annexectomie bilatérale et curages pelviens bilatéraux

3. Analyse anatomo-pathologique :

Résidu tumoral : 9*6mm

3N+/5 (non vus en imagerie de réévaluation pour N : faux négatifs IRM, TEP et TEP-IRM)

Pour la mesure du résidu tumoral : IRM : vrai positif, TEP : vrai positif TEP-IRM : vrai positif.

Evolution : Dernières nouvelles : un an et demi après la chirurgie de clôture patiente vivante sans maladie.

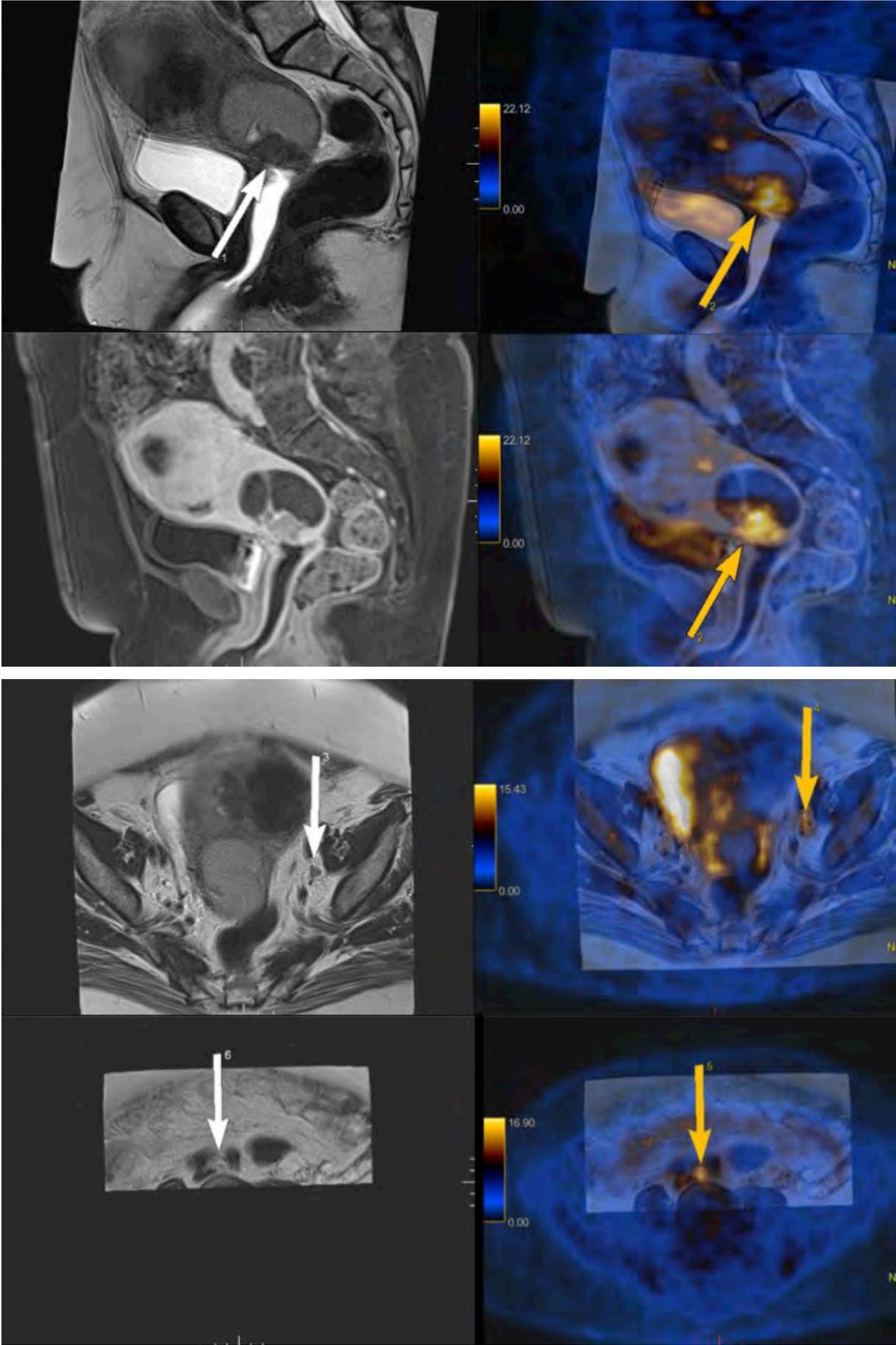
Patiente 14 :

66 ans, diagnostic d'une sclérose en plaques en septembre 2015, à cette occasion réalisation d'une TEP-TDM retrouvant un hypermétabolisme utérin.

1. Bilan d'imagerie initial

- IRM
- T : Tumeur de 2,5cm obstruant l'orifice cervical. Le sang apparaît en restriction de diffusion mais en HypoT1 gadolinium : c'est une hématomie, Atteinte du paramètre gauche.
- stade FIGO IIB
- N : 0
- TEP
- T : 42*29mm
- N : 5 adénopathies positives en lombo-aortique non vue à l'IRM car hors champ et trois adénopathies pelviennes : une de la bifurcation aortique et deux iliaques externes gauche

- **Fusion (3) : Probable amélioration de la certitude diagnostique,**
- T : hématomie confirmée par l'absence de fixation TEP
- N : la fusion donne un substrat anatomique aux adénopathies pelviennes positives en TEP non vues à l'IRM.



Cœlioscopie diagnostique avec lymphadénectomie lombo-aortique : 1N+/8

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie non optimale en raison d'un volumineux fibrome (difficultés de cathéterisation).

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM
- T et N : *Réponse complète*
- TEP
- T et N : Réponse complète

- **Fusion (0)** : Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine, **Changement d'interprétation** : non
Pas d'apport de la fusion

Chirurgie : laparotomie hystérectomie et annexectomie bilatérale sans curage pelvien

3. Analyse anatomo-pathologique

Pas de résidu tumoral

Evolution : dernières nouvelles à un an de la chirurgie de clôture patiente vivante sans maladie

Patiente 15 :

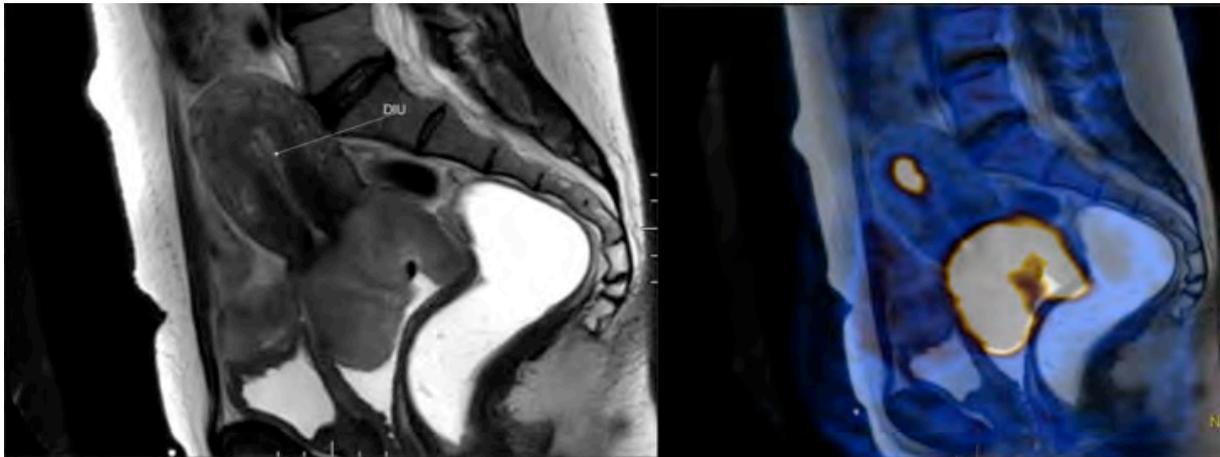
45 ans, pas d'antécédent, biopsie : carcinome épidermoïde

1. Bilan d'imagerie initial

- IRM
- T : 6,7cm Prise de contraste précoce hétérogène de la tumeur avec homogénéisation au sein de la tumeur au temps tardif, grosse lésion exophytique, paramètres envahis bilatéraux.
- N : à droite : un ganglion nécrotique iliaque externe obturateur de 17 mm
- Stade FIGO IIB

- TEP-TDM
- T : 6,7*7,8 cm avec une zone d'hyperfixation dans le corps utérin
- N : un ganglion lombo aortique, un iliaque primitif droit et un gauche

- **Fusion (3)** : Probable amélioration de la certitude diagnostique,
- T : la zone positive à la TEP dans le corps utérin est considérée comme faux positif de la TEP seule, en effet sur l'IRM la fixation correspond à un endomètre inflammatoire au contact du DIU.
- N : les ganglions positifs en TEP sont hors champ de l'IRM



Coelioscopie diagnostique avec lymphadénectomie lombo-aortique : 2N+/10

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- Pas d'IRM récupérable
- T : Résidu Tumoral: 17mm
- TEP-TDM
- T : Résidu Tumoral : 22*27mm,
- N : 0

Chirurgie : hystérectomie et annexectomie bilatérale avec lymphadénectomie pelvienne

3. Analyse anatomo-pathologique

Pas de résidu tumoral, réponse complète, 0N+/5

Evolution : dernières nouvelles : un an et demi après la chirurgie de clôture : patiente vivante sans maladie.

Patiente 16 :

63 ans, pas d'antécédent, métrorragies post-ménopausiques, biopsie : carcinome épidermoïde

1. Bilan d'imagerie initial

- IRM pas d'examen récupérable
- TEP-TDM
- T : 52*40mm
- N : une adénopathie lombo-aortique et six pelviennes

Coelioscopie diagnostique avec curage lombo-aortique 2N+/8

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie.

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM : un mois avant la curiethérapie, juste à la fin de la radiothérapie
- T : Prise de contraste précoce hyper intense T1 gadolinium par rapport au reste du col, plutôt postérieure, séquence en diffusion positive en antérieur et en postérieur, délimitation tumorale difficile finalement 4cm mesuré en antero-postérieur, atteinte vaginale.
- N : ganglion iliaque gauche de 15mm, deuxième ganglion suspect iliaque interne gauche de 12 mm, + adénopathie inguinale Gauche
- TEP-TDM : deux mois après l'IRM, un mois après la chirurgie
- T : 18*28mm lésion concordante avec IRM, atteinte vaginale avec le tiers inférieur du vagin qui fixe toujours
- N : a eu un curage lombo-aortique initial responsable d'une lymphocèle infectée qui a été drainée, adénopathie iliaque externe gauche suspecte
- **Fusion (2) Douteux, Changement d'interprétation:** non

Le délai entre les deux examens est trop long et il y a un événement intercurrent entre les deux : le drainage de lymphocèle surinfectée.

Chirurgie : hystérectomie et annexectomie bilatérale avec lymphadénectomie pelvienne.

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral 40mm avec marges positives

0N+/8 (pour N : faux positif IRM, TEP et TEP-IRM)

IRM : vrai positif, TEP-TDM vrai positif, TEP-IRM : vrai positif.

Evolution : devant la présence d'un résidu tumoral majeur à l'analyse anatomo-pathologique avec des marges positives mise en place d'une chimiothérapie et réalisation d'une pelvectomie.

Dernières nouvelles : à un an de la chirurgie de clôture : patiente vivante sans maladie

Patiente 17 :

72 ans, pas d'antécédent, métrorragies post ménopausiques, biopsie : carcinome épidermoïde.

1. Bilan d'imagerie initial

- IRM
- T : 46mm atteinte 1/3 sup du vagin, et paramétriale.
- Stade IIB
- N : pas d'adénopathie
- TEP-TDM : pas d'examen

Cœlioscopie diagnostique avec curage lombo-aortique : 1N+/14.

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes.

Curiethérapie avant le bilan de réévaluation.

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM

- T : Restitution de l'hyposignal du col, persistance d'un hypersignal T2 central autour du canal cervical, positif en diffusion 1,5cm
- N : négatif
 - TEP-TDM
- T : persistance lésion cervicale hyperfixante 10*16mm
- N : deux ganglions positifs iliaques primitifs gauches non vus à l'IRM
- **Fusion : (3)** Probable amélioration de la certitude diagnostique,

Changement d'interprétation : non

- T concordance des zones lésionnelles (et concordance avec la diffusion)
- N : la fusion donne un substrat anatomique à la positivité de la TEP

Chirurgie : hystérectomie et annexectomie bilatérale avec lymphadénectomie pelvienne.

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral : 5*3,5mm

0N+/9 (pour N : VN IRM, FP : TEP et TEP-IRM)

IRM : vrai positif, TEP : vrai positif, PET-IRM vrai positif

Evolution : dernières nouvelles un an et demi après la chirurgie de clôture : patiente vivante sans maladie.

Patiente 18 :

36 ans, pas d'antécédent, suivie pour une dysplasie cervicale de haut grade, carcinome épidermoïde à la conisation

1. Bilan d'imagerie initial

- IRM réalisée après la conisation
- T : 2,6cm paramètre gauche atteint
- N : 0
 - TEP-TDM : pas d'examen récupérable

Coelioscopie diagnostique avec curages pelviens et lomboaortique : 1N+/6 en pelvien et 1N+/14 en lombo-aortique

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie avant le bilan de réévaluation

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM
- Réponse complète T et N
- TEP-TDM
- Réponse complète T et N
- **Fusion (0)** Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine
changement d'interprétation: non
Pas d'intérêt

Chirurgie : hystérectomie totale sans curage

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral : 6 mm au contact des berges électro-coagulées

IRM : faux négatif, TEP-TDM : faux négatif et PET-TEP-IRM faux négatif

Evolution : reprise des berges vaginales : pas de reliquat tumoral.

Dernières nouvelles : six mois après la chirurgie de clôture : patiente vivante sans maladie

Ni l'IRM ni le TEP-TDM n'étaient en faveur d'un résidu tumoral, l'analyse anatomo-pathologique retrouve un résidu de 6mm.

Patiente 19 :

53 ans, pas d'antécédent, biopsie : carcinome épidermoïde

1. Bilan d'imagerie initial

- IRM

- T : 3,3 cm pas d'atteinte de l'isthme, tumeur de la lèvre antérieure avec atteinte du paramètre droit
- Stade FIGO IIB
- N : à gauche : ganglion iliaque externe gauche suspect de 9 mm et à droite ganglion iliaque externe droit de 7 mm mais suspect car arrondi
- TEP -TDM
- T : 21*26mm
- N : Deux ganglions lombo-aortiques, un ganglion iliaque primitif droit et un gauche non vus car hors champ + un ganglion obturateur droit et un gauche
-
- **Fusion (0)** Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine, Bonne concordance, pas d'intérêt

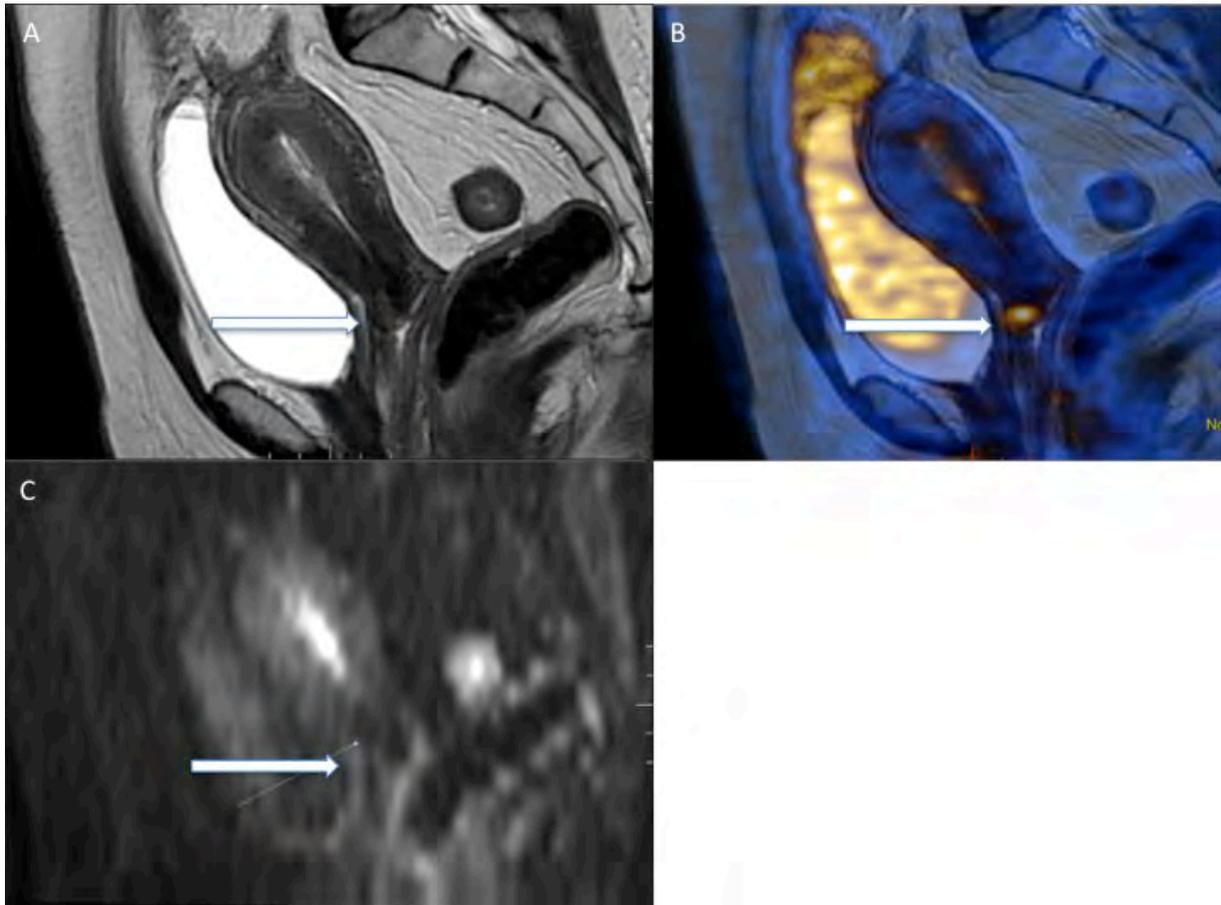
Coelioscopie diagnostique avec curage lombo-aortique : 1N+/4

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie avant le bilan de réévaluation

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement
 - IRM
 - T et N : réponse complète
 - TEP-TDM
 - T : persistance d'un résidu tumoral 19*15 mm
 - N : réponse complète ganglionnaire
- **Fusion (4)** Amélioration certaine de la certitude diagnostique **changement d'interprétation: oui pour radiologue**

En regard de la zone hyperfixante en TEP on trouve à l'IRM une zone hyperT2 mais négative en diffusion donc non retenue initialement **changement du diagnostic**



Chirurgie : hystérectomie et annexectomie bilatérale avec lymphadénectomie pelvienne

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral : rares cellules tumorales

ON+/6

IRM faux négatif, TEP-TDM vrai positif, TEP-IRM : vrai positif

Evolution : dernières nouvelles trois mois après la chirurgie de clôture : patiente vivante sans maladie

Alors que l'IRM était négative, le TEP-TDM et la fusion TEP-IRM objectivent une hyperfixation en faveur d'un résidu tumoral. La fusion a permis de mettre en regard de la zone hyperfixante en TEP une zone hyperT2 à l'IRM mais négative en diffusion qui n'avait donc pas été retenue lors de la lecture de l'IRM seule.

Patiente 20 :

52 ans, pas d'antécédent, métrorragies, biopsie : carcinome épidermoïde

1. Bilan d'imagerie initial

- IRM
 - T : 3,8 cm atteinte paramétriale gauche, rétention intra utérine
 - N : à gauche : ganglion iliaque externe de 14mm et iliaque interne de 10 mm en hypersignal ADC et un ganglion iliaque commun
 - à droite : ganglion iliaque externe de 13mm et un ganglion iliaque commun
 - Stade FIGO IIB
 - TEP
 - T : 55*37mm zone tumorale concordante
 - N : Deux ganglions lombo-aortiques non vus car hors champs et 6 ganglions pelviens
- **Fusion (0)** Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine
Bonne concordance des deux examens

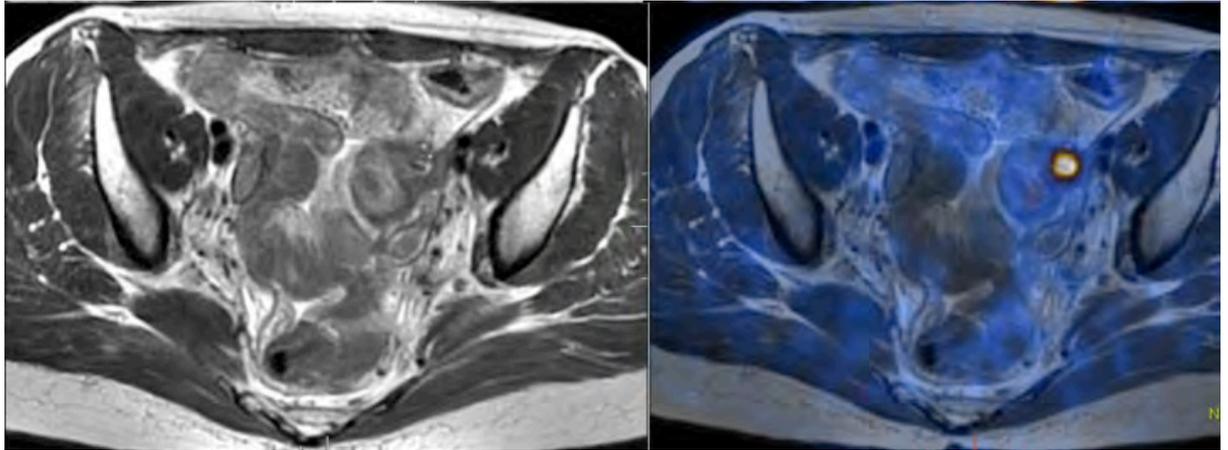
Coelioscopie diagnostique avec adénectomies sur coulée ganglionnaire lombo-aortique
le : 2N+/2

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie avant le bilan de réévaluation

2. Bilan d'imagerie de réévaluation après traitement

- IRM
 - T : résidu tumoral de 1,9 cm en hypersignal T2 et positif en diffusion avec envahissement paramétrial
 - N : réponse complète ganglionnaire
 - TEP-TDM
 - T : réponse complète
 - N : réponse complète ganglionnaire avec présence d'un foyer gauche pelvien indéterminé évoquant une hyperfixation urétérale, un nodule de carcinose, une adénopathie ?



- **Fusion (4)** Amélioration certaine de la certitude diagnostique; **Changement d'interprétation:** oui

Faux positif de l'IRM et de la diffusion, la fusion renforce la confiance diagnostique du radiologue et permet de mettre l'hyperfixation pelvienne gauche en regard d'une image IRM très évocatrice d'un diverticule sigmoïdien : diverticulite, elle a donc permis ici de **corriger le diagnostic** ce n'est pas un ganglion ce n'est pas une urétérite.

Chirurgie : hystérectomie et annexectomie bilatérale sans lymphadenectomie pelvienne

3. Analyse anatomo-pathologique

Réponse complète

IRM faux positif sur le paramètre TEP-TDM vrai négatif sur le paramètre, faux positif sur la diverticulite, TEP-IRM vrai négatif sur tout

Evolution : dernières nouvelles six mois après la chirurgie de clôture : patiente vivante sans maladie.

Ici l'hyperfixation pelvienne gauche pouvait évoquer une adénopathie, une urétérite post radique ou un nodule de carcinose. La fusion avec l'IRM a permis de mettre cette hyperfixation pelvienne gauche en regard d'une image IRM très évocatrice d'une diverticulite sigmoïdienne.

Patiente 21 :

46 ans, pas d'antécédent, métrorragies post-coïtales, biopsie : carcinome épidermoïde,

1. En bilan d'initial

- IRM
 - T : T 4,1 cm T2 peu contributif dans ces cas la séquence injectée pertinente pour délimitation tumorale. envahissement parametrial bilatéral, pas d'atteinte de la vessie.
 - Dilatation urétérale bilatérale classant la tumeur en III B
 - N : négatif
- TEP
 - T concordant 42*31mm
 - N : négatif
- **Fusion (0) :** Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine
Bonne concordance Pas d'intérêt

Coelioscopie diagnostique avec curage lombo-aortique : 1N+/15

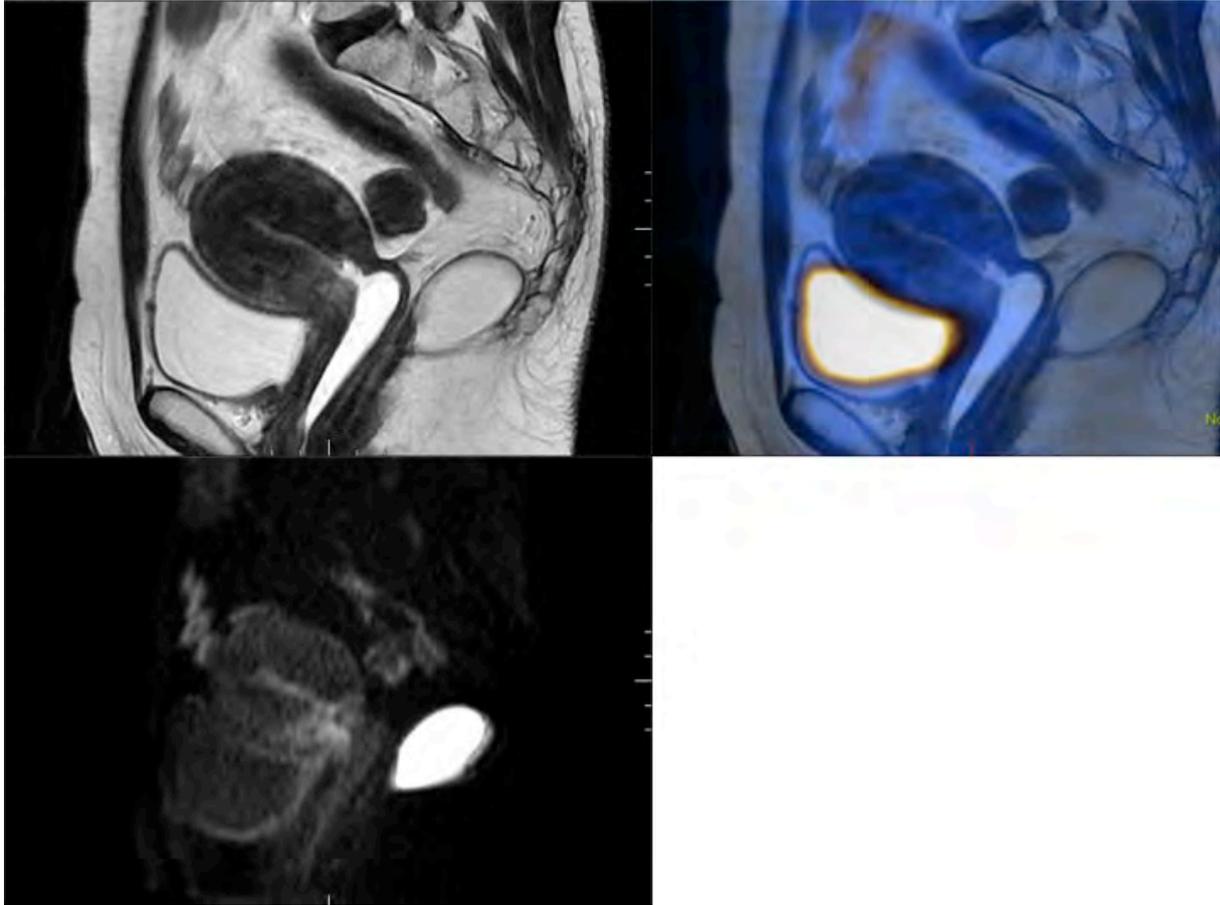
Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie avant le bilan de réévaluation

2. En bilan de réévaluation après traitement

- IRM
 - T : résidu tumoral T2 positif en diffusion avec atteinte paramètres et isthme persistant
 - N : réponse complète
- TEP -TDM
 - T et N : réponse complète
- **Fusion : (3)** Probable amélioration de la certitude diagnostique,
Changement d'interprétation: oui

- Situation avec IRM positive et TEP négative : la fusion permet de renforcer la confiance diagnostic du radiologique



Chirurgie : hystérectomie et annexectomie bilatérale avec lymphadenectomie pelvienne

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral sur toute l'épaisseur du col+++ 2/3 de la cavité utérine

0N+/8

IRM vrai positif TEP-TDM faux négatif TEP-IRM faux négatif

L'IRM retrouve un résidu tumoral mais la TEP-TDM ne fixe pas et l'analyse anatomopathologique a retrouvé un résidu tumoral sur toute l'épaisseur du col. Il s'agit finalement d'un faux négatif de la TEP.

Evolution : récurrence à six mois : locale et à distance : apparition d'un nodule pulmonaire traité par chimiothérapie

Décédée un an et demi après.

Patiente 22 :

43 ans, suivie pour un CIN3 avec à l'anatomo-pathologie une image évocatrice d'une micro invasion. Biopsie : carcinome épidermoïde

1. En bilan initial

- IRM
- T : 4,7 cm, atteinte du 1/3 sup du vagin en postérieur et des paramètres et de l'isthme
- N : à droite : deux ganglions suspects en iliaque externe 17mm et 21mm
A gauche : deux ganglions suspects en iliaque externe 16 et 9 mm et un en iliaque commun

Pas de diffusion, pas de coupes abdominales

- TEP-TDM
 - T concordant 53*50mm
 - N : 3 ganglions lombo-aortiques hors champ de l'IRM, plusieurs ADP pelviennes positives mais moins fixante que la tumeur car sont très nécrotiques
- **Fusion (0) :** Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine

Examens concordants

Pas de coelioscopie diagnostique, pas de curage lombo-aortique

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie avant le bilan de réévaluation

2. En bilan de réévaluation après traitement

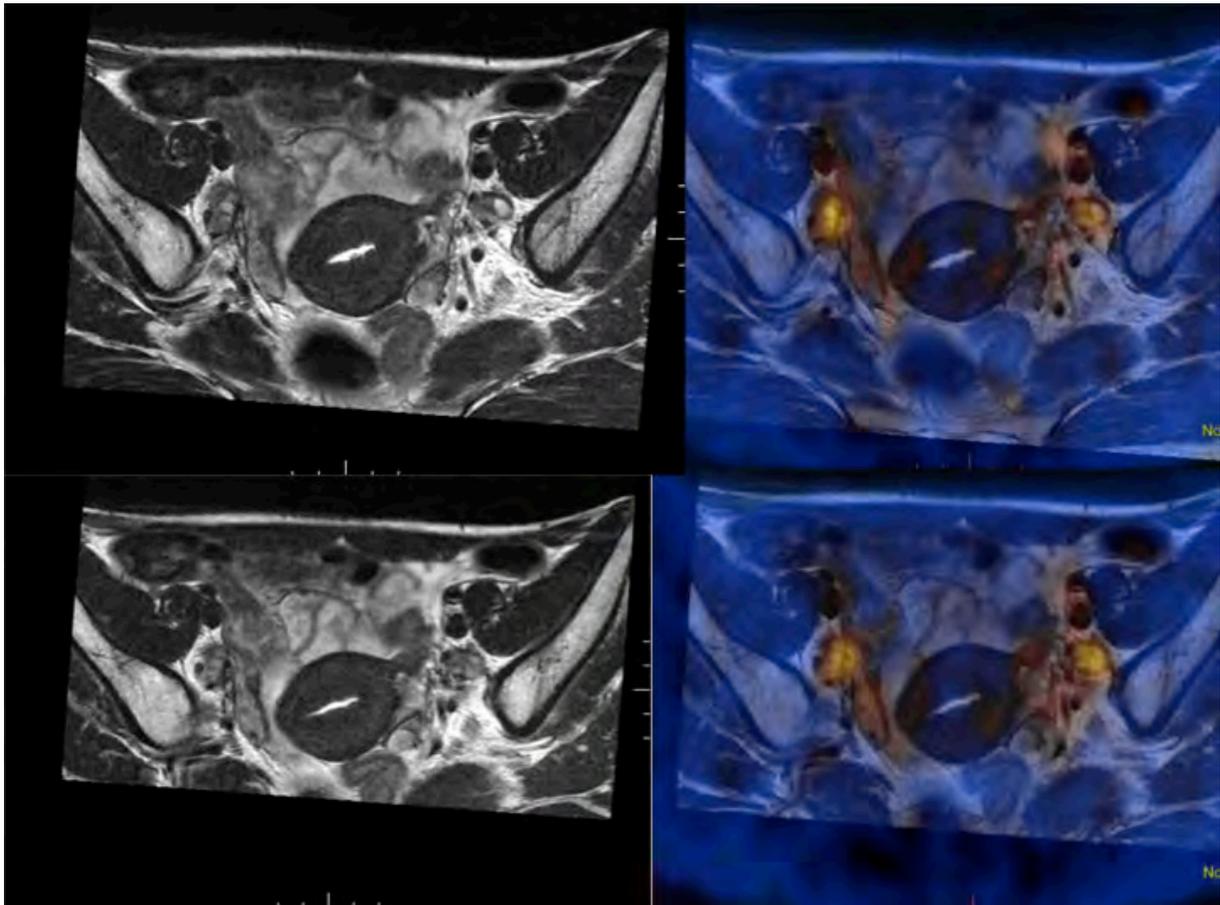
- IRM
 - T : Résidu tumoral de 20 mm en hypersignal T2 avec un rehaussement pathologique après injection de gadolinium et positif en diffusion, paramètre douteux et atteinte de l'isthme
 - N : ganglions toujours présents iliaques externes bilatéraux et adénopathies lombo aortiques et iliaques communes bilatérales
- TEP-TDM

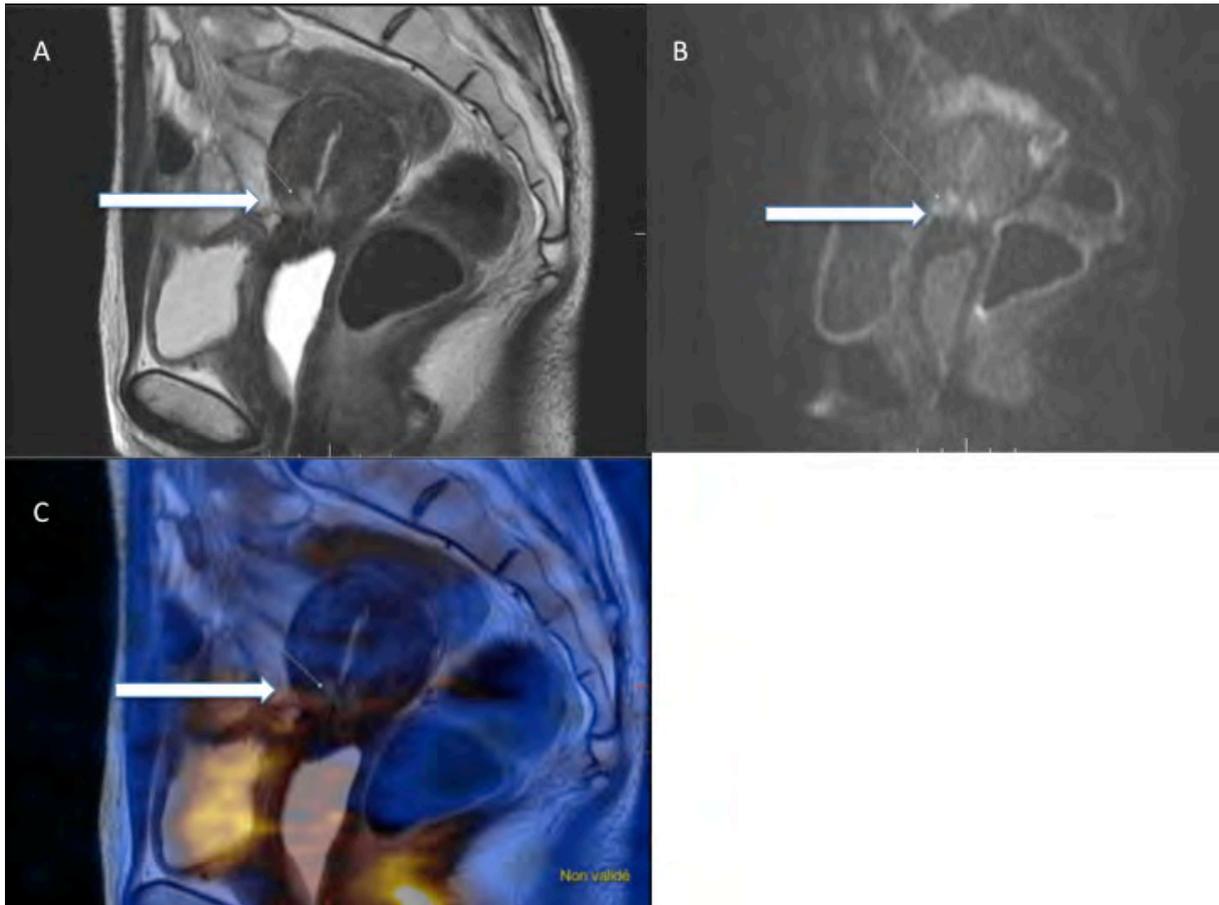
- T : réponse complète
- N Réponse partielle sur les ganglions pelviens même si nécrotiques

- **Fusion (3)** Probable amélioration de la certitude diagnostique,

Changement d'interprétation: oui

- T : Malgré la saturation maximale de l'image il n'y a pas d'anomalie de fixation TEP-TDM sur la zone hyperT2, probable faux positif de l'IRM
- N : Concordance TEP+/IRM+ réponse partielle ganglionnaire





Chirurgie un mois après le bilan : hystérectomie et annexectomie bilatérale avec lymphadenectomie pelvienne et lombo-aortique

3. Analyse anatomo-pathologique

Cellules tumorales isolées sur 10mm

0N+/3 en lombo-aortique et 0N+/4 en pelvien

IRM vrai positif, TEP-TDM : faux négatif, TEP-IRM : faux negative

Le résultat de l'analyse anatomopathologique de la pièce « cellules tumorales isolées sur 10mm » a été considéré comme positif pour respecter les critères stricts de l'analyse statistique mais on sait en pratique que ce résidu tumoral ne peut pas être vu en imagerie et qu'il ne correspond donc pas à ce qui a été mesuré sur l'IRM à 20mm. Il s'agit donc probablement ici en fait de faux positifs de l'IRM.

Evolution : Récidive cinq ans après la chirurgie de clôture sous la forme d'adénopathies médiastinales traitée par chimiothérapie

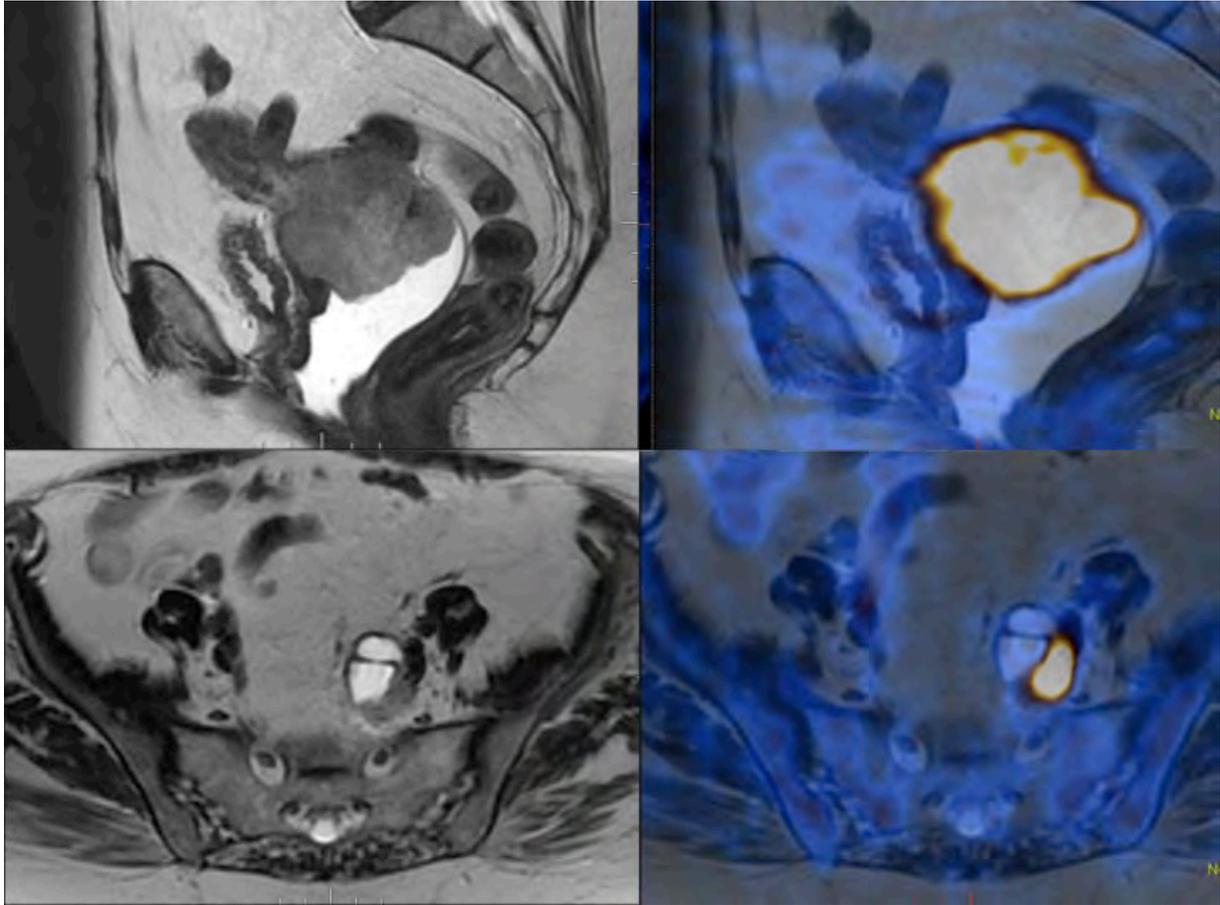
Dernières nouvelles : six mois après le diagnostic de récurrence : patiente vivante avec maladie

Patiente 23 :

72 ans, pas d'antécédent, métrorragies post ménopausiques, biopsie : adénocarcinome de type endométrioïde.

1. En bilan initial

- IRM
 - T : 6,7 cm paramètre gauche atteint, couronne hyperhémique en T1 gado bien visible
 - Stade FIGO IIB
 - N : à gauche : ganglion iliaque interne gauche nécrotique de 28 mm, et iliaque commun gauche nécrotiques
 - TEP-TDM
 - T : 75*61mm
 - N : deux ganglions lombo-aortiques ; on visualise bien que la zone ganglionnaire nécrotique est négative en TEP (faux négatif classique en TEP), un ganglion iliaque interne gauche, un iliaque commun gauche et un ganglion pelvien droit et gauche non vus à l'IRM
-
- **Fusion (3):** Probable amélioration de la certitude diagnostique,
 - T : concordance parfaite, montre bien l'absence d'atteinte vaginale.
 - N : on visualise bien que la zone ganglionnaire nécrotique est négative en TEP (seul FN en TEP) la zone tissulaire elle fixe.
 - Le petit ganglion iliaque commun droit fixant a un minime hypersignal T2 central avec une diffusion positive
 - A gauche un ganglion de 5mm très fixant en TEP-TDM non vu sur IRM : 5mm (a posteriori centre hyperT2 : donne substrat anatomique à la positivité de la TEP : (3)



Pas de coelioscopie avec lymphadenectomie diagnostique compte tenu de l'âge.

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Curiethérapie avant le bilan de réévaluation

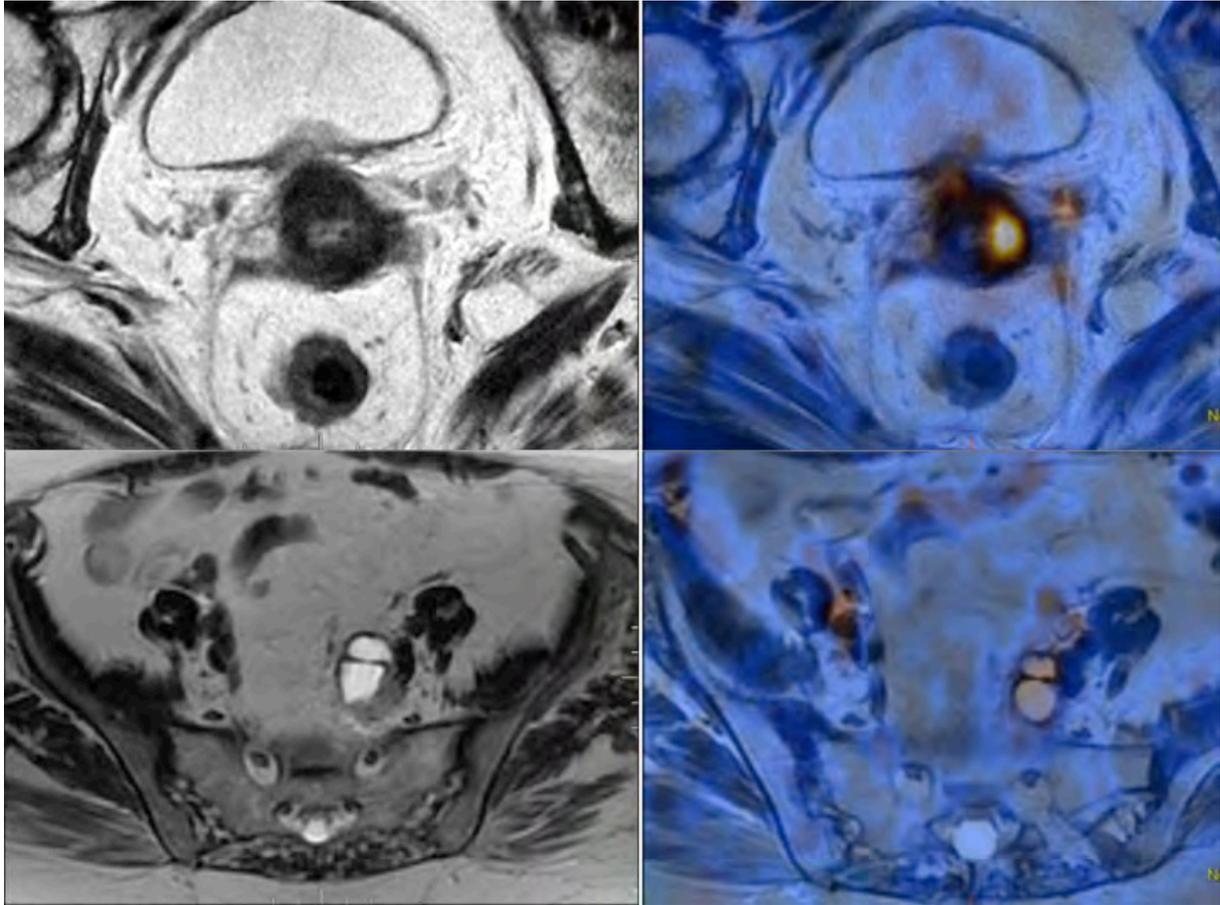
2. En bilan de réévaluation après traitement

- IRM
 - T : résidu tumoral 1,9cm en T2 avec atteinte paramétriale douteuse
 - N : il persiste une adénopathie iliaque interne gauche de 20 mm
- TEP-TDM
 - T : résidu tumoral : 17*13mm
 - N : Réponse complète

- **Fusion (1)** : Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique,

Changement d'interprétation: non

Résidu tumoral hyperfixant en TEP concordant avec hypersignal T2 en peri canalaire gauche, amélioration du confort diagnostique de l'imageur (1)



Chirurgie hystérectomie et annexectomie bilatérale avec lymphadenectomie pelvienne

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral 20mm*15mm

0N+/9

IRM vrai positif, TEP-TDM vrai positif et TEP-IRM vrai positif

Evolution : dernières nouvelles un an après la chirurgie de clôture : patiente vivante sans maladie.

Patiente 24 :

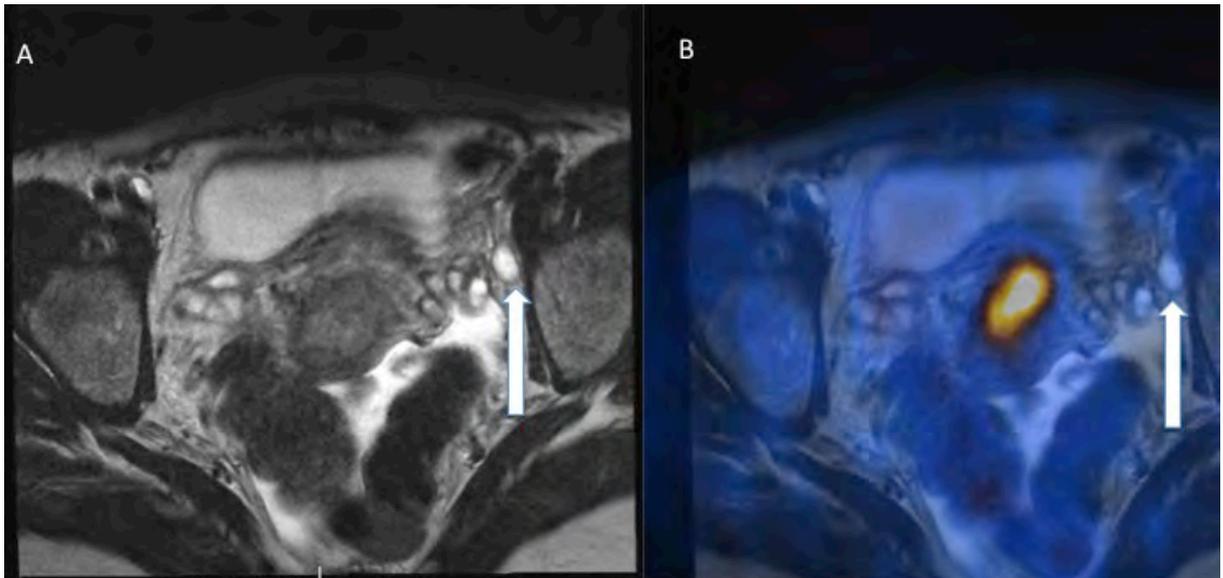
39 ans, pas d'antécédent, biopsie : carcinome épidermoïde,

Coelioscopie avec curages pelviens réalisée avant le bilan d'imagerie par IRM et TEP :

2N+/20

1. En bilan initial

- IRM
 - T : 4,4cm, atteinte du tiers supérieur du vagin antérieur, de l'isthme et des paramètres, avec l'injection de gadolinium on obtient une meilleure délimitation tumorale
 - Stade FIGO IIB
 - N : FG : adénopathie iliaque externe gauche de 8mm et droite de 7,3mm quasiment inguinale
- TEP-TDM
 - T : 43*26 mm concordant
 - N : un ganglion lombo-aortique hors champ de l'IRM
- **Fusion (4)** : Amélioration certaine de la certitude diagnostique
 - T : Concordant
 - N : permet de se rendre compte de l'erreur diagnostique sur l'IRM ce ne sont pas des adénopathies nécrotiques mais des lymphocèles.



Radio-chimiothérapie concomitante

Pas de curiethérapie car impossibilité de cathéterisation du col

2. En bilan de réévaluation après traitement

- IRM
 - T : résidu tumoral de 9 mm positif en diffusion
 - N : 0

- TEP-TDM
- T : résidu tumoral 15*14mm
- N : 0

- **Fusion (1)** : Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique,

Changement d'interprétation: non

Concordant sur le résidu tumoral.

Chirurgie : hystérectomie et annexectomie bilatérale sans lymphadénectomie pelvienne car les curages pelviens avaient été faits lors de la chirurgie initiale

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral 18*18mm

IRM : vrai positif, TEP-TDM vrai positif, TEP-IRM vrai positif.

Evolution : récurrence un an et demi après la chirurgie de clôture sous la forme d'une atteinte ganglionnaire pelvienne, traité par chirurgie : curage iliaque primitif droit puis évolution en carcinose péritonéale avec envahissement du sacrum traitée par chimiothérapie

Décédée trois ans après le diagnostic de récurrence

Patiente 25 :

36 ans, diagnostic récent de thrombose veineuse profonde, biopsie : adénocarcinome

1. En bilan initial

- IRM
- T : 4,6 cm, Hématométrie : hypersignal T1 intra-cavitaire avant injection de produit de contraste correspondant à du sang. Atteinte des paramètres à gauche
Pas de séquence de diffusion
Stade FIGO IIB
- N : à gauche : trois ganglions suspects iliaques externes de 14mm, 9mm (ces deux sont accolés) et un en iliaque commun de 10mm

à droite : un ganglion iliaque externe droit de 9mm et un nodule para-utérin droit de 13 mm correspondant à une adénopathie du paramètre droit

- TEP-TDM
- T concordant 49*8mm
- Un ganglion lombo-aortique non vu à l'IRM, concordant pour les ganglions pelviens y compris celui du paramètre droit

- **Fusion (3)** : Probable amélioration de la certitude diagnostique, Donne substrat anatomique au ganglion lombo aortique positif en TEP-TDM qui n'avait pas été considéré comme pathologiques à l'IRM

Coelioscopie diagnostique avec adénectomie lombo-aortique 1N+/2

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

2. En bilan de réévaluation après traitement

- IRM
- T : résidu tumoral 30mm
- N : diminution du ganglion iliaque externe gauche à 14mm mais tjrs présent et du ganglion iliaque externe droit à 8mm. Le nodule para-utérin fait 9 mm
Le ganglion iliaque commun gauche n'est pas visualisé car hors champ
- TEP-TDM
- T : probable résidu tumoral mais protocole non satisfaisant rendant cet examen ininterprétable
- N : 0
- Pas de fusion faisable

Curiethérapie préopératoire

Chirurgie : hystérectomie avec annexectomie bilatérale et lymphadénectomie pelvienne

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral de 15 mm

1N+/2 en pelvien

IRM vrai positif, TEP-TDM non interpretable et TEP IRM non réalisable.

Evolution : récurrence quatre ans après la chirurgie de clôture avec atteinte ganglionnaire lombo-aortique et métastase à distance

Décédée trois ans après le diagnostic de récurrence

Patiente 26 :

68 ans, pas d'antécédent (en dehors d'une appendicectomie), biopsie : carcinome épidermoïde

1. En bilan initial

- IRM
- T : 6 cm atteinte paramétriale bilatérale, atteinte du tiers supérieur du vagin et isthme au contact de la tumeur
- N : 0
- Stade FIGO IIB
- TEP
- T 51*60mm
- N : 0

- **Fusion (0)** : Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine

Examens concordants

Coelioscopie diagnostique avec lymphadenectomie lombo-aortique : 0N+/18

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

2. En bilan de réévaluation après traitement

- IRM avant curiethérapie
- T : Résidu Tumoral de 2,2 cm hypersignal T2 positif en diffusion et prenant le gadolinium atteinte des paramètres bilatérale
- N : 0
- TEP-TDM

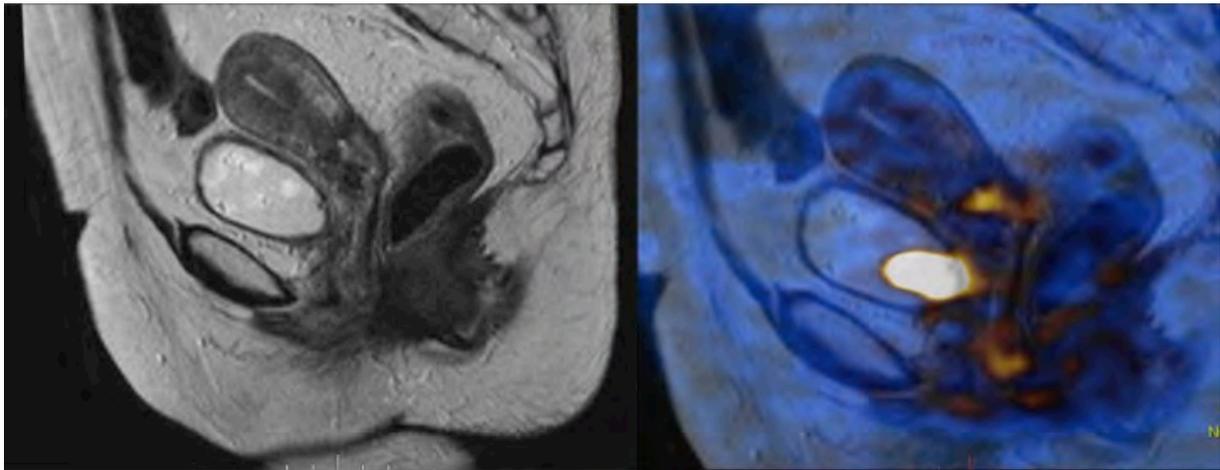
- T : Résidu tumoral de 17*15mm

- N : 0

- **Fusion (1)** : Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique,

Changement d'interprétation: non

Pas d'intérêt en dehors du confort d'interprétation et de la meilleure délimitation tumorale



Curiethérapie préopératoire

Chirurgie : hystérectomie avec annexectomie bilatérale et lymphadénectomie pelvienne

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidus tumoral 12 mm

0N+

IRM : vrai positif, TEP-TDM vrai positif, TEP-IRM vrai positif.

Evolution : récurrence cinq mois après la chirurgie de clôture, locale et ganglionnaire pelvienne.

Dernières nouvelles : six mois après le diagnostic de récurrence vivante avec maladie

Patiente 27 :

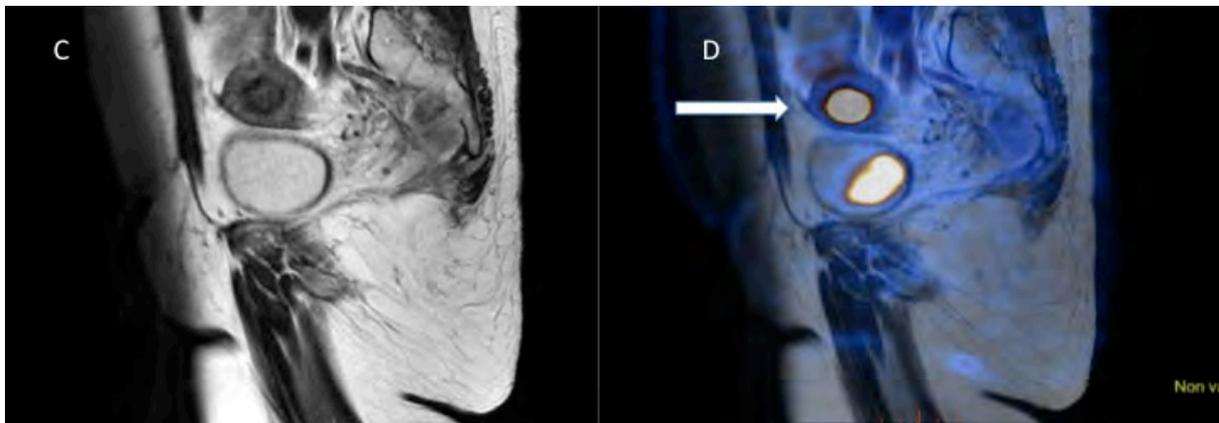
42 ans, pas d'antécédent, biopsie : carcinome épidermoïde

1. En bilan initial

- IRM
- T : 7 cm, atteinte rectale, pas de la vessie, atteinte du tiers supérieur du vagin postérieur, pas d'atteinte de l'isthme
- N : ganglion iliaque externe droit 8 mm mais arrondi donc suspect, et plusieurs ganglions mésorectaux droits de 5 mm
Adénomégalie inguinale gauche de 10mm
Pas de coupes abdominales, pas de diffusion
- Stade FIGO IVA
- TEP-TDM
- T : Concordant 51*67mm mais fixation massive intra-corporeale non vue à l'IRM
- N : trois ganglions mésorectaux dont un qui fixe de façon importante, deux obturateurs droits

- **Fusion (4) : Amélioration certaine de la certitude diagnostique**

La fusion donne un substrat anatomique à la fixation corporeale en TEP : il s'agit d'une métastase intra-utérine de proximité, il n'y a pas de continuité tumorale avec le col



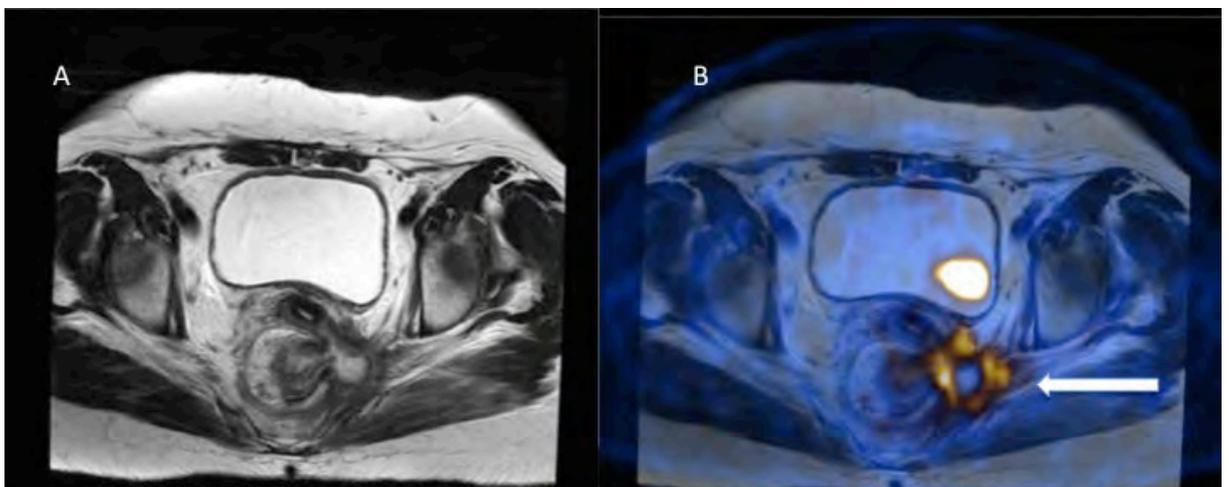
Coelioscopie diagnostique avec lymphadenectomie : 0N+/13

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

2. En bilan de réévaluation après traitement

- IRM
- T : pas de résidu a priori mais persiste une fistule, très difficile de faire la part des choses en réévaluation entre inflammation/ fistule et RT

- N : 0
 - TEP-TDM
 - T : Résidu tumoral 58*31mm coulée mesorectale gauche toujours présente, infiltration diffuse du mesorectum
 - N : Réponse complète
- **Fusion (3):** Probable amélioration de la certitude diagnostique, **Changement d'interprétation:** oui
 - La fusion des deux images a permis de voir que la fixation du TEP était en regard de la zone de fistule, le doute persiste sur la présence d'un Résidu tumoral : (2)



Pas de Curiethérapie

Chirurgie : exentération pelvienne pour suspicion de progression

3. Analyse anatomo-pathologique

Pas de résidu tumoral : effet rémanent de la radiothérapie, faux positif de la TEP-TDM sur l'inflammation liée à la fistule (et de l'IRM si on considère la lecture d'EG), ON+

A l'examen clinique en consultation : pas de résidu tumoral

IRM vrai négatif TEP-TDM faux positif TEP-IRM vrai négatif

Evolution patiente décédée d'un lymphome cérébral le 19/12/16

Ici la TEP-TDM retrouve un résidu tumoral important de 5 cm de grand axe avec une coulée mésorectale gauche persistante et une infiltration diffuse du mésorectum. L'IRM n'est pas en faveur d'un résidu tumoral mais plutôt d'une fistule recto-sigmoïdienne. La patiente a subi une exentération pelvienne pour suspicion de progression. L'analyse anatomo-pathologique ne retrouve pas de résidu tumoral sur la pièce opératoire. La fusion rétrospective avec l'IRM a permis de voir que cette hyperfixation TEP était en fait en regard de la suspicion de fistule. Il s'agit donc là d'un faux positif de la TEP-TDM sur l'inflammation lié à la fistule. La bonne résolution de l'IRM mise en regard de l'hyperfixation TEP aurait pu permettre de corriger le diagnostic et d'éviter l'exentération pelvienne à cette patiente.

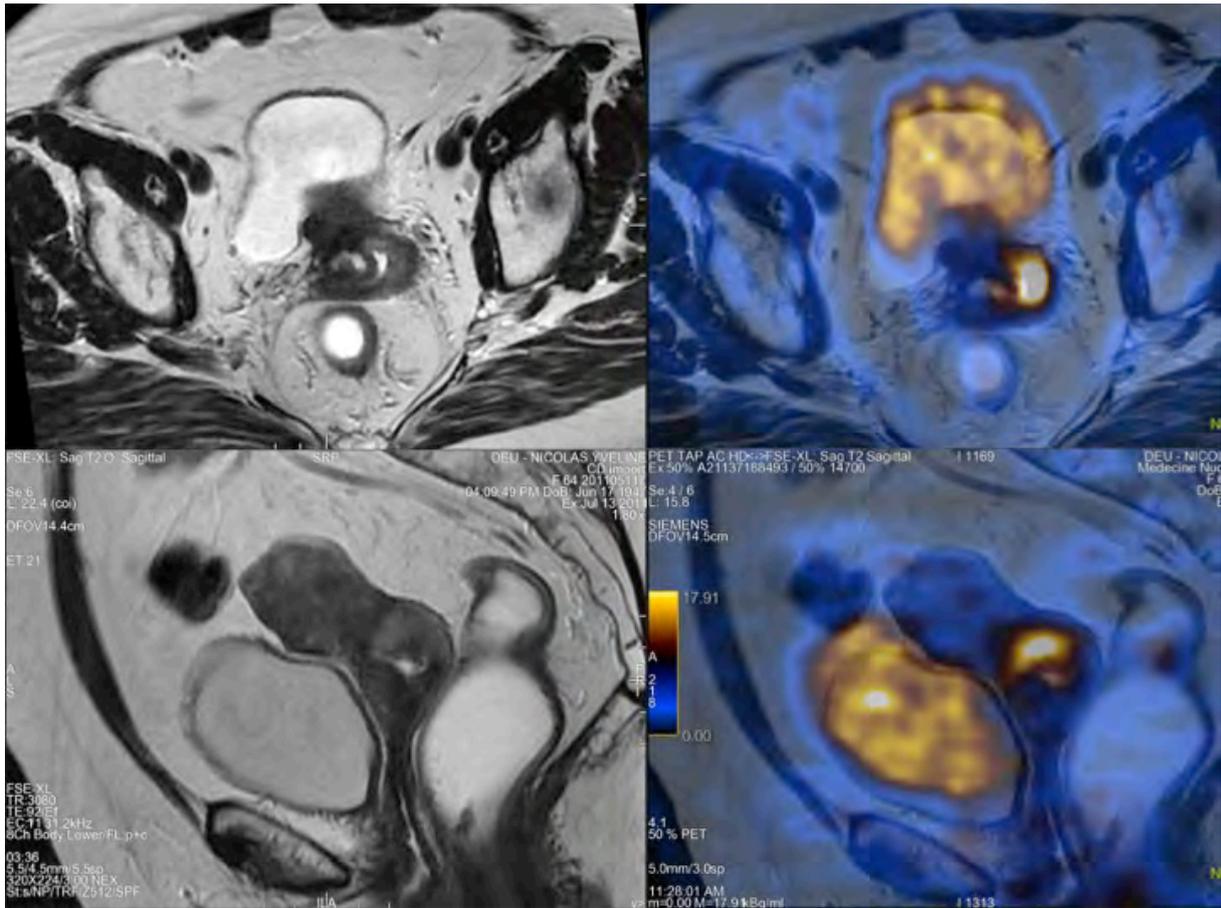
Patiente 28 :

64 ans, HTA, biopsie : adénocarcinome

1. En bilan initial

- IRM
 - T : atteinte du paramètre gauche, pas d'atteinte de l'isthme
 - N : 0
 - Stade FIGO IIB
- TEP-TDM
 - T : 15*23mm
 - N : 0
- **Fusion : (0)** Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine

Examens concordants



Coelioscopie diagnostique avec lymphadenectomie lombo-aortique : 0N+/14

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

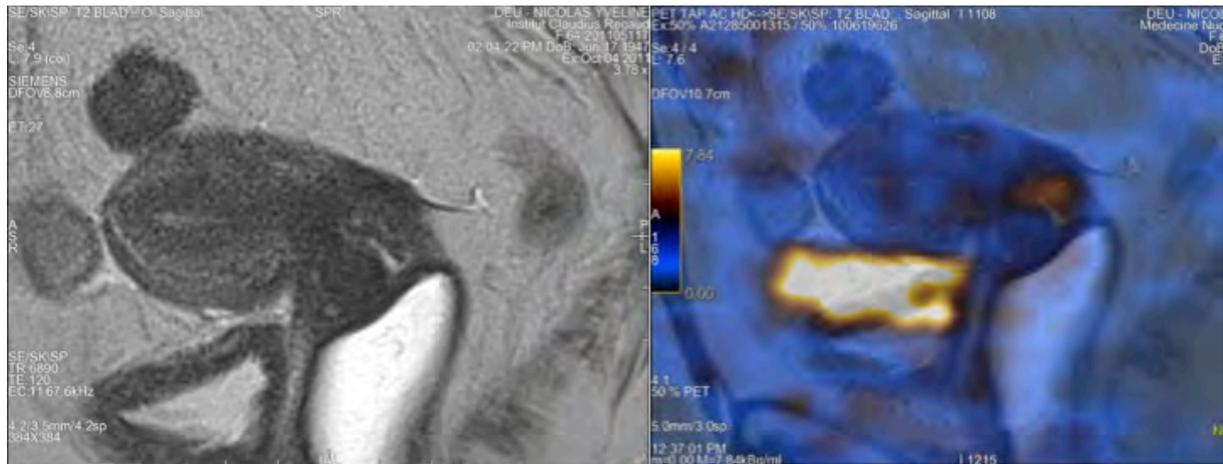
2. En bilan de réévaluation après traitement

- IRM
 - T : Résidu tumoral 1,3 cm prenant le gadolinium et positif en diffusion
 - N : 0
- TEP-TDM
 - T : Résidu tumoral de 15*11 mm douteux
 - N : 0

- **Fusion (3):** Probable amélioration de la certitude diagnostique,

Changement d'interprétation: non

En donnant un substrat anatomique à la zone positive en TEP la fusion renforce la conviction de l'imageur



Curiethérapie préopératoire

Chirurgie : hystérectomie avec annexectomie bilatérale et lymphadénectomie pelvienne

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral de 0,8mm

0N+

IRM vrai positif TEP-TDM vrai positif TEP-IRM vrai positif

Evolution : dernières nouvelles quatre ans après la chirurgie de clôture : patiente vivante sans maladie

Patiente 29 :

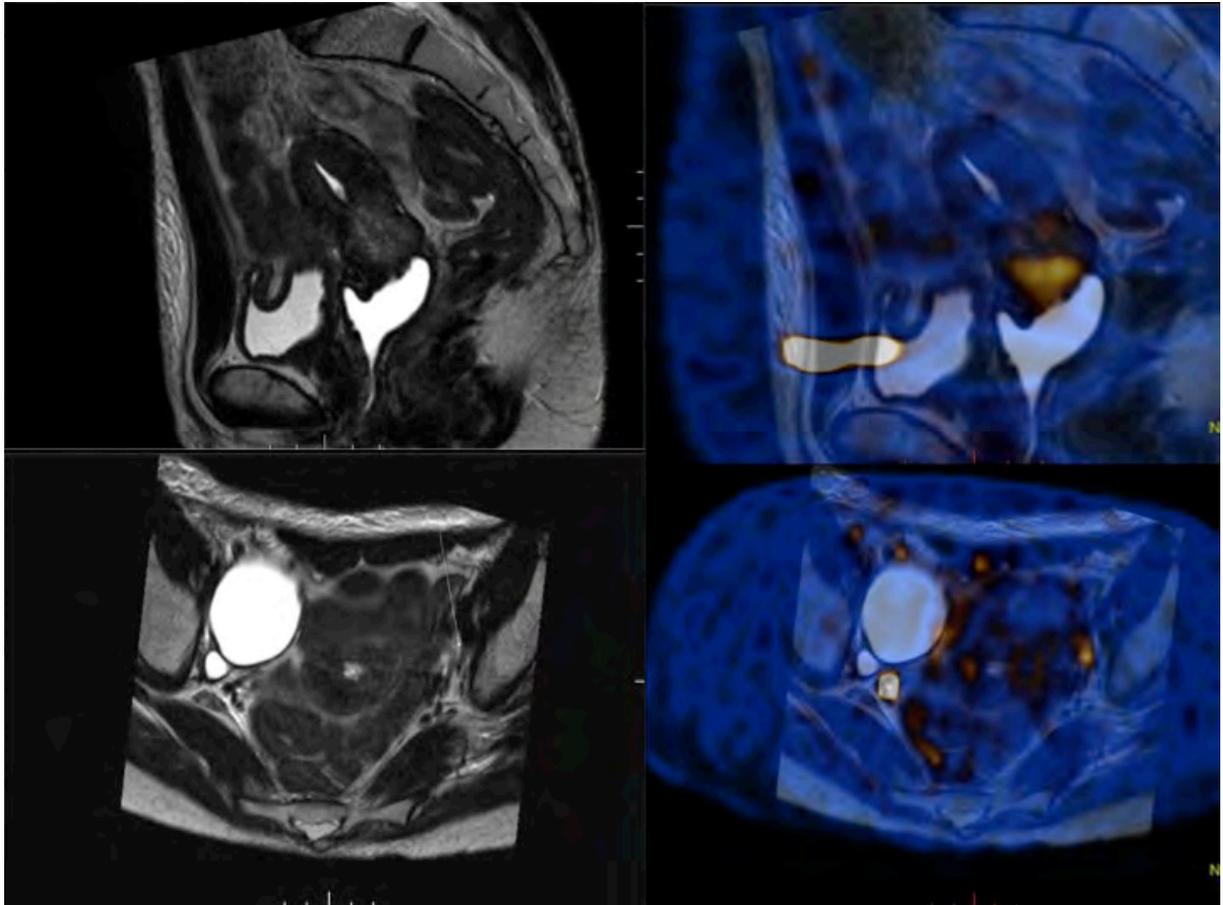
52 ans, pas d'antécédent, biopsie : carcinome épidermoïde

1. En bilan initial

- IRM
 - T : 5 cm atteinte du tiers supérieur du vagin et des paramètres bilatéraux
 - N : ADP obturatrice droite en hypersignal T2, ADP mésorectale
 - Stade FIGO IIB
- TEP-TDM
 - T : 44*48 mm
 - N : une adénopathie obturatrice droite et une mésorectale

- **Fusion (0)** : Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine,

Examens concordants, pas d'intérêt



Cœlioscopie diagnostique et lymphadénectomie lombo-aortique : 0N+/13

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

2. En bilan de réévaluation après traitement

- IRM
 - T : réponse complète, doute ++ sur résidu tumoral car prise de contraste précoce au niveau de la lèvre postérieure, mais ne prend pas le gadolinium, diffusion artéfactée, (FG)
 - N : 0
 - TEP-TDM
 - T et N : réponse complète
- **Fusion (1)** : Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique,

Changement d'interprétation: non

- Réponse complète sur les deux examens mais douteux pour IRM donc (1)

Curiethérapie préopératoire

Chirurgie : hystérectomie avec annexectomie bilatérale et lymphadenectomie pelvienne

3. Analyse anatomo-pathologique

Pas de résidu tumoral RC

0N+

IRM vrai négatif TEP-TDM vrai négatif TEP-IRM vrai négatif

Evolution : dernières nouvelles : cinq ans après la chirurgie de clôture : patiente vivante sans maladie

Patiente 30 :

39 ans, pas d'antécédent, biopsie : carcinome épidermoïde

1. En bilan initial

- IRM
 - T : 5cm, tumeur de la lèvre postérieure avec atteinte de l'isthme et des paramètres droit et gauche. Pas de séquence de diffusion
 - N : Adénomégalie obturatrice gauche suspecte 8mm (asymétrique par rapport au côté droit)
 - Stade FIGO IIB
 - TEP-TDM
 - T : 43*37mm
 - N : Adénopathie obturatrice gauche confirmée, pas d'atteinte lombo-aortique
 - **Fusion (0)** : Absence d'amélioration de la certitude diagnostique de façon certaine
- Examens concordants peu d'intérêt

Cœlioscopie diagnostique avec curages pelviens et lombo-aortique : 0N+/10 en pelvien,
0N+/12 en lombo-aortique

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

Pas de curiethérapie

2. En bilan de réévaluation après traitement

- IRM
- T : résidu tumoral de 36 mm
- N : 0
- TEP-TDM
- T : résidu tumoral de 38*22mm
- N : adénopathie obturatrice toujours positive

- **Fusion (3):** Probable amélioration de la certitude diagnostique,

Changement d'interprétation: non

La fusion donne un substrat anatomique à la positivité TEP du ganglion

Difficultés car balisage vaginal pour IRM mais pas pour TEP et variation de la position de la vessie importante nécessité un recalage sur les contours utérins.

Chirurgie: Hystérectomie radicale (curages déjà faits)

3. Analyse anatomopathologique

Résidu tumoral de 30 mm

IRM vrai positif, TEP-TDM vrai positif, TEP-IRM vrai positif

Evolution : apparition d'un lymphoedème du membre inférieur droit

Dernières nouvelles : cinq ans après la chirurgie de clôture : patiente vivante sans maladie

Patiente 31 :

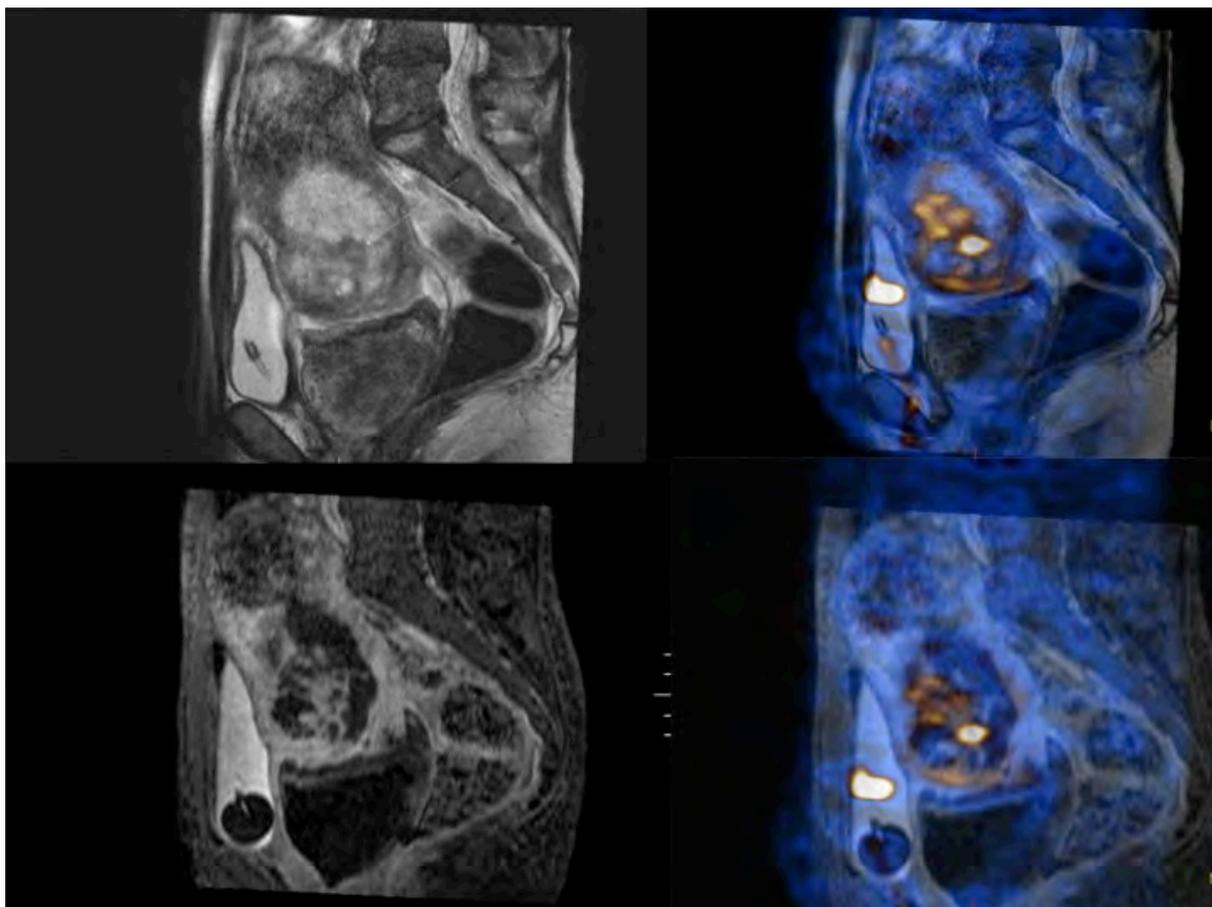
49 ans, antécédent : greffe rénale sous cyclosporine pour une maladie de Wegener,
biopsie : adénocarcinome

1. En bilan initial

- IRM
- T : 8,4 cm, tumeur très en hypersignal évocatrice d'une anatomopathologie non épidermoïde (Adénocarcinome) avec atteinte du paramètre gauche, pas d'atteinte isthmique, nécrose centrotumorale++
- N : un ganglion iliaque externe gauche
 - TEP-TDM
- T : 71*63mm, nécrose centrale visible
- N : les adénopathies fixent moins, une adénopathie iliaque externe gauche fixant (plus une autre de contiguë) + une adénopathie lombo-aortique hors champ IRM

- **Fusion (1) :** Absence probable d'amélioration de la certitude diagnostique, Difficultés liées à une mèche hémostatique en place, on voit une zone hyperfixante centrotumorale avec une zone nodulaire hypoT2 en regard, image positive en gado correspondant à de la néo-angiogénèse.

Les zones de nécrose correspondent.



Coelioscopie diagnostique avec curage lombo-aortique : 1N+/20

Radiothérapie et chimiothérapie concomitantes

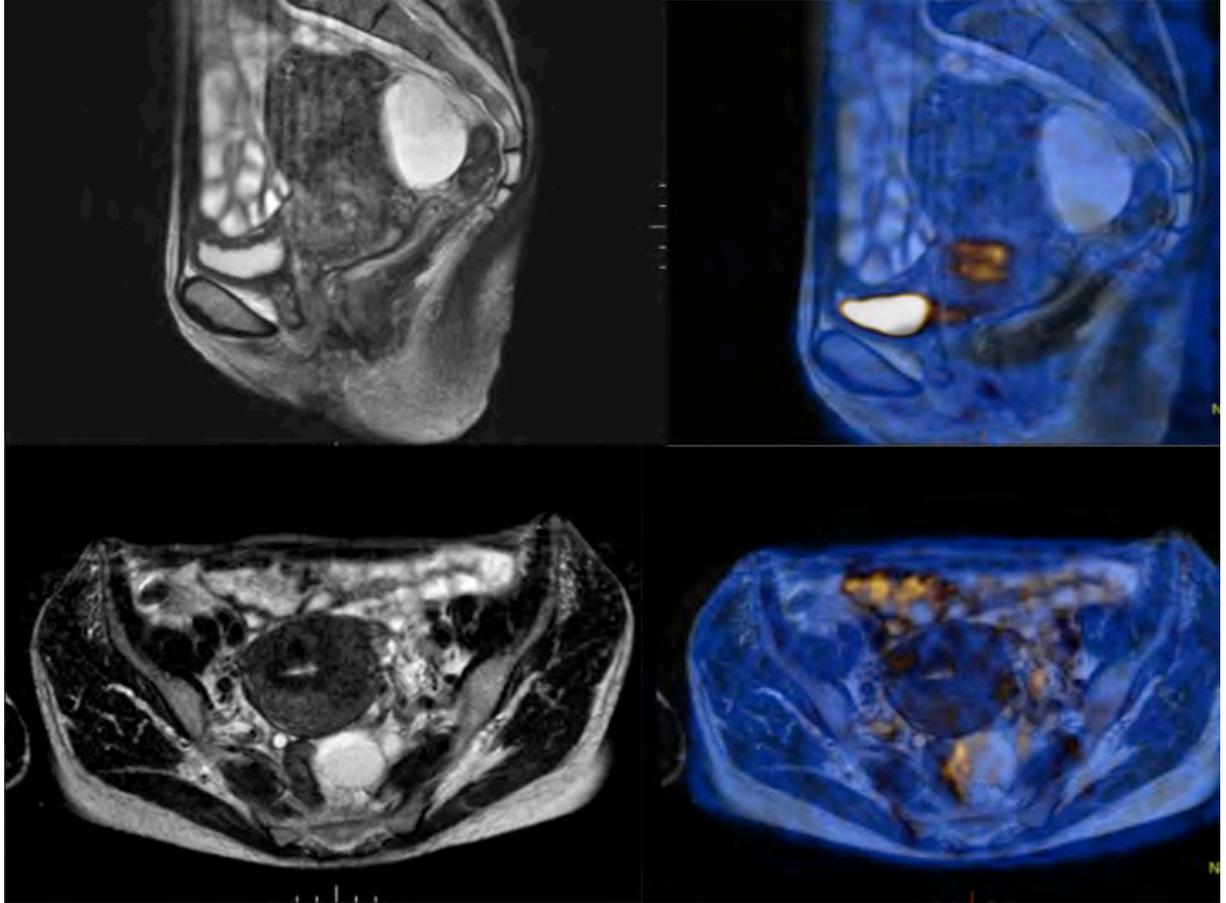
2. En bilan de réévaluation après traitement

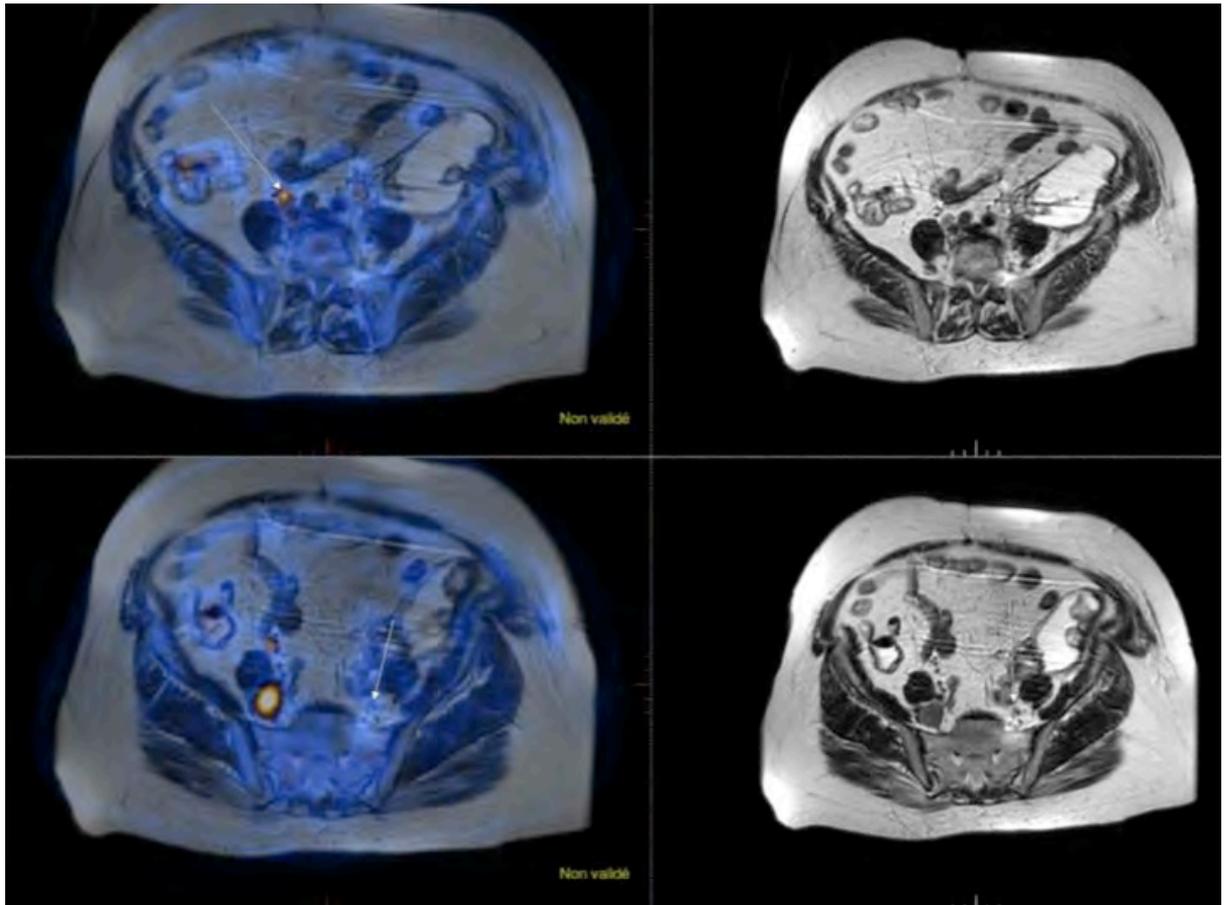
- IRM
- T : Résidu tumoral++ 5 cm et progression sur ovaire (concordant avec anapath d'adénocarcinome) avec différentes densités dans les loges correspondant aux mucines.
- N : Adénomégalie iliaque externe gauche de 15mm
- TEP-TDM
- T : résidu tumoral de 38*23 mm et ovaire fixant peu au niveau des contingents mucineux mais on voit que les parois des kystes sont hyperfixantes (habituellement les adénocarcinomes sont moins hyperfixants que les primitifs épidermoïdes en TEP)
- N : une adénopathie persistante en pelvien

- **Fusion (3):** Probable amélioration de la certitude diagnostique,

Changement d'interprétation : non

La fusion confirme progression tumorale et apparition lésion secondaire ovarienne positive en TEP.





Curiethérapie préopératoire

Chirurgie : hystérectomie avec annexectomie bilatérale et lymphadenectomie pelvienne

3. Analyse anatomo-pathologique

Résidu tumoral : 30*20mm avec atteinte ovarienne confirmée

1N+/7 en pelvien concordant avec imagerie

IRM vrai positif, TEP-TDM vrai positif, TEP-IRM vrai positif.

Evolution : progression métastatique dans les suites immédiates de la chirurgie

Décédée huit mois après la chirurgie de clôture.

Retour d'expérience sur la fusion TEP-IRM

1) Aspects techniques du recalage

Concernant le recalage de la tumeur, la procédure de fusion doit tenir compte de la variabilité de position de l'utérus sur deux examens, la TEP-TDM et l'IRM, qui sont en général réalisées deux jours différents. De plus, les IRM sont souvent pratiquées avec un balisage par gel qui distend la lumière vaginale, enfin le rectum peut parfois lui aussi contenir du gel, ou présenter des états de réplétion variables. Ainsi, dans notre travail, l'approche de fusion de la tumeur primitive en effectuant un recalage sur les contours de l'utérus a été privilégiée, et dans notre expérience n'a jamais été prise en défaut.

Pour le recalage des aires ganglionnaires, qui ne sont pas influencées par les éléments décrits au paragraphe précédent, ni par le péristaltisme intestinal, une fusion plus classique et plus facile sur les contours du cadre osseux du bassin a été pratiquée.

Ces fusions en deux temps présentent une courbe d'apprentissage assez rapide, et nous semblent applicables en routine clinique (quelques minutes de traitement de l'image sont en général suffisantes).

Nous insistons à nouveau sur la nécessité d'avoir à disposition des examens réalisés dans de bonnes conditions techniques : IRM avec séquences T2 dans les trois plans, injection de chélates de gadolinium, séquences de diffusion et coupes abdominales, balisage par gel, et TEP-TDM avec administration IV de furosémide 15min après le FDG (20mg IVD), avec pour objectif d'avoir une activité urinaire vésicale la plus diluée possible, algorithmes de reconstruction de l'image adaptés à la fois à la recherche de contraste et de délinéation tumorale.

2) Apports et pièges de la fusion pour la tumeur primitive en stadification initiale

Pour une proportion importante d'examens, la fusion n'a pas eu d'intérêt pour l'étude de la tumeur primitive. En effet, l'IRM est un excellent outil de caractérisation tumorale qui prévaut sur la TEP-TDM en stadification initiale dans la majorité des situations.

La fusion présente cependant un apport en stadification pour rechercher les lésions secondaires régionales de contiguïté qui n'auraient pas été vues par le lecteur de l'IRM (lésion secondaire utérine, ou du tiers inférieur du vagin par exemple, voir du cadre osseux du bassin). Enfin dans de rares cas, l'IRM peut être prise en défaut pour visualiser précisément la lésion primitive (lésions en isosignal T2, présentant peu d'anomalies en T1 gadolinium) : pour ces tumeurs la fusion des images peut aider à mieux apprécier les fines variations de signal qui n'ont pas été retenues en première lecture.

Les pièges de la fusion sont ceux décrits plus haut liés à la variabilité de position de l'utérus entre les examens. Il convient également d'être attentif aux erreurs de fusion liées à l'activité urinaire dans les tiers inférieurs des uretères en TEP, surtout si ceux-ci sont dilatés.

3) Apports et pièges de la fusion pour la stadification ganglionnaire initiale

Pour la stadification ganglionnaire, la fusion TEP-IRM est une procédure intéressante. Elle va tirer parti :

- De la très bonne sensibilité de la TEP-TDM, supérieure à celle de l'IRM, (notamment pour les petites adénopathies de moins de 8 à 10mm), qu'on fera prévaloir dans les interprétations,
- De la très bonne spécificité et résolution anatomique de l'IRM, qui permet de montrer à quelle adénopathie correspond chaque fixation,

Enfin, pour certaines situations où la TEP peut être prise en défaut (adénopathies nécrotiques), la spécificité de l'IRM permet parfois de rattraper les faux négatifs en objectivant des aspects pathognomoniques de nécrose tumorale (hypersignal T2 élevé quasi liquidien, réhaussement pathologique avec nécrose centrale sur les séquences T1 gadolinium), ou encore de conclure vis-à-vis de fixations douteuses en TEP, mal

expliquées par l'imagerie de fusion TDM (qui a un mauvais contraste tissulaire), en montrant l'adénopathie responsable souvent de petite taille et non retenue lors de la première lecture IRM.

Les principaux pièges sont ceux liés à l'activité urinaire liée à l'élimination du radiotraceur TEP, et à sa proximité avec les aires ganglionnaires obturatrices ou rétropéritonéales.

4) Apports et pièges en réévaluation

En réévaluation post thérapeutique, comme pour l'évaluation de stadification pré thérapeutique, la lecture de la fusion va s'attacher à tirer le meilleur parti de chacune des deux modalités d'imagerie, et à utiliser les points forts de l'une pour couvrir les faiblesses de l'autre.

Ainsi, la spécificité de la TEP et sa forte VPN vont souvent prévaloir dans la lecture de l'examen pour différencier fibrose post radique et maladie résiduelle.

A l'opposé, les éventuelles complications du traitement (rectites ou iléites radiques, fistules, fractures post radiques du sacrum) peuvent donner lieu à des faux positifs en TEP, que la fusion à l'IRM permet de dédouaner.

Une TEP-TDM négative en réévaluation n'est qu'exceptionnellement prise en défaut et contredite par l'IRM. Par contre, les foyers hypermétaboliques résiduels en TEP, une fois fusionnés en IRM, sont la plupart du temps formellement étiquetés : maladie résiduelle, ou complications inflammatoires du traitement.

Les principaux pièges diagnostiques en réévaluation sont donc liés au traitement. Il s'agit probablement de la situation où la sémiologie de l'examen est la plus hybride, nécessitant à la fois des connaissances avancées en médecine nucléaire, et en radiologie.

Faisabilité, performances diagnostiques et intérêts de l'imagerie hybride TEP-IRM dans l'évaluation de la réponse à la radio-chimiothérapie concomitante chez les patientes avec un cancer du col utérin localement avancé.

Objectif. Analyser la faisabilité de la fusion TEP-IRM, ses performances diagnostiques et son intérêt dans l'évaluation de la réponse tumorale après chimio-radiothérapie chez les patientes présentant un cancer du col de l'utérus à un stade localement avancé.

Matériel et Méthodes. Trente et une patientes prises en charge au CHU de Toulouse et à l'Institut Paoli Calmettes à Marseille entre 2008 et 2015 ont été étudiées rétrospectivement. Un médecin nucléaire et un radiologue experts en onco-gynécologie ont relu les IRM et les TEP-TDM pré et post thérapeutiques séparément et fusionnés. Les performances diagnostiques ont été comparées à l'analyse anatomopathologique. Le degré de certitude diagnostique et l'impact de la fusion sur la confiance diagnostique ont été évalués par les médecins imageurs grâce à deux échelles de jugement de Likert. Ils ont également statué sur un éventuel changement d'interprétation grâce à la fusion.

Résultats. La fusion PET-IRM a posteriori est faisable. Nous décrivons dans cette étude une méthodologie de fusion en deux niveaux permettant de limiter les décalages anatomiques.

La fusion TEP-IRM a une sensibilité de 79% et une spécificité de 90%. La VPP est de 94%. Dans 45% des cas les médecins imageurs ont rapporté une amélioration de leur degré de certitude diagnostique grâce à la lecture des deux examens fusionnés. Ceci est d'autant plus vrai en cas de discordance entre l'IRM et la TEP-TDM. Un changement d'interprétation des examens était observé dans 31% des cas.

Conclusion. La fusion TEP-IRM est faisable et améliore le niveau de confiance diagnostique du médecin imageur pour l'évaluation de la réponse à la radio-chimiothérapie concomitante dans les cancers du col localement avancés. Des études utilisant un système hybride de dernière génération seront nécessaires pour prouver sa supériorité à l'IRM et au TEP-TDM. Par ailleurs le développement de nouveaux biomarqueurs d'imagerie révolutionnera probablement bientôt le concept d'imagerie hybride TEP-IRM.

PET-MRI FOR RESPONSE ASSESSMENT AFTER RADIATION THERAPY OF CERVICAL CARCINOMA: FEASIBILITY AND DIAGNOSTIC PERFORMANCES

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique

MOTS-CLÉS : cancer du col utérin, Imagerie hybride TEP-IRM, fusion, IRM, TEP-TDM, réévaluation, radio-chimiothérapie, confiance diagnostique

Université Toulouse III-Paul Sabatier
Faculté de médecine Toulouse-Purpan,
37 Allées Jules Guesde 31000 Toulouse

Directeur de thèse : Stéphanie MOTTON
