

**UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER**  
**FACULTÉS DE MÉDECINE**

---

ANNÉE 2015

2015 TOU3 1503

**THÈSE**

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

Présentée et soutenue publiquement

par

**Nicolas BRUCHER**  
Interne des Hôpitaux

le 02 avril 2015

**EVALUATION DE L'ANGIO-IRM SANS INJECTION DE PRODUIT DE**  
**CONTRASTE DANS LE SYNDROME DE LA JONCTION PYELO-**  
**URETERALE CHEZ L'ENFANT**

Directeur de thèse : Dr Julie VIAL

**JURY**

Monsieur le Professeur Nicolas SANS

Monsieur le Professeur Philippe OTAL

Monsieur le Professeur Philippe GALINIER

Madame le Docteur Julie VIAL

Madame le Docteur Christiane BAUNIN

Madame le Docteur Ourdia BOUALI

Président

Assesseur

Assesseur

Assesseur

Suppléant

Invité



**TABLEAU du PERSONNEL HU**  
des Facultés de Médecine de l'Université Paul Sabatier  
au 1<sup>er</sup> septembre 2014

**Professeurs Honoraires**

Doyen Honoraire	M. ROUGE D.	Professeur Honoraire	M. SALVADOR M.
Doyen Honoraire	M. LAZORTES Y.	Professeur Honoraire	M. BAYARD
Doyen Honoraire	M. CHAP H.	Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL B	Professeur Honoraire	M. FABIÉ
Professeur Honoraire	M. COMMANAY	Professeur Honoraire	M. BARTHE
Professeur Honoraire	M. CLAUD	Professeur Honoraire	M. CABARROT
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE	Professeur Honoraire	M. DUFFAUT
Professeur Honoraire	Mme ENJALBERT	Professeur Honoraire	M. ESCAT
Professeur Honoraire	M. GEDEON	Professeur Honoraire	M. ESCANDE
Professeur Honoraire	M. PASQUIE	Professeur Honoraire	M. PRIS
Professeur Honoraire	M. RIBAUT	Professeur Honoraire	M. CATHALA
Professeur Honoraire	M. ARLET J.	Professeur Honoraire	M. BAZEX
Professeur Honoraire	M. RIBET	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE
Professeur Honoraire	M. MONROZIES	Professeur Honoraire	M. CARLES
Professeur Honoraire	M. DALOUS	Professeur Honoraire	M. BONAFE
Professeur Honoraire	M. DUPRE	Professeur Honoraire	M. VAYSSE
Professeur Honoraire	M. FABRE J.	Professeur Honoraire	M. ESQUERRE
Professeur Honoraire	M. DUCOS	Professeur Honoraire	M. GUITARD
Professeur Honoraire	M. GALINIER	Professeur Honoraire	M. LAZORTES F.
Professeur Honoraire	M. LACOMME	Professeur Honoraire	M. ROQUE-LATRILLE
Professeur Honoraire	M. BASTIDE	Professeur Honoraire	M. CERENE
Professeur Honoraire	M. COTONAT	Professeur Honoraire	M. FOURNIAL
Professeur Honoraire	M. DAVID	Professeur Honoraire	M. HOFF
Professeur Honoraire	Mme DIDIER	Professeur Honoraire	M. REME
Professeur Honoraire	M. GAUBERT	Professeur Honoraire	M. FAUVEL
Professeur Honoraire	Mme LARENG M.B.	Professeur Honoraire	M. FREXINOS
Professeur Honoraire	M. BES	Professeur Honoraire	M. CARRIERE
Professeur Honoraire	M. BERNADET	Professeur Honoraire	M. MANSAT M.
Professeur Honoraire	M. GARRIGUES	Professeur Honoraire	M. BARRET
Professeur Honoraire	M. REGNIER	Professeur Honoraire	M. ROLLAND
Professeur Honoraire	M. COMBELLES	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT
Professeur Honoraire	M. REGIS	Professeur Honoraire	M. CAHUZAC
Professeur Honoraire	M. ARBUS	Professeur Honoraire	M. DELSOL
Professeur Honoraire	M. PUJOL	Professeur Honoraire	M. ABBAL
Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI	Professeur Honoraire	M. DURAND
Professeur Honoraire	M. RUMEAU	Professeur Honoraire	M. DALY-SCHVEITZER
Professeur Honoraire	M. BESOMBES	Professeur Honoraire	M. RAILHAC
Professeur Honoraire	M. GUIRAUD	Professeur Honoraire	M. POURRAT
Professeur Honoraire	M. SUC	Professeur Honoraire	M. QUERLEU D.
Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE	Professeur Honoraire	M. ARNE JL
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE	Professeur Honoraire	M. ESCOURROU J.
Professeur Honoraire	M. PONTONNIER	Professeur Honoraire	M. FOURTANIER G.
Professeur Honoraire	M. CARTON	Professeur Honoraire	M. LAGARRIGUE J.
Professeur Honoraire	Mme PUEL J.	Professeur Honoraire	M. PESSEY JJ.
Professeur Honoraire	M. GOUZI		
Professeur Honoraire associé	M. DUTAU		
Professeur Honoraire	M. PONTONNIER		
Professeur Honoraire	M. PASCAL		

**Professeurs Émérites**

Professeur LARROUY	Professeur JL. ADER
Professeur ALBAREDE	Professeur Y. LAZORTES
Professeur CONTÉ	Professeur L. LARENG
Professeur MURAT	Professeur F. JOFFRE
Professeur MANELFE	Professeur J. CORBERAND
Professeur LOUVET	Professeur B. BONEU
Professeur SARRAMON	Professeur H. DABERNAT
Professeur CARATERO	Professeur M. BOCCALON
Professeur GUIRAUD-CHAUMEIL	Professeur B. MAZIERES
Professeur COSTAGLIOLA	Professeur E. ARLET-SUAU
	Professeur J. SIMON

<b>P.U. - P.H.</b> Classe Exceptionnelle et 1ère classe		<b>P.U. - P.H.</b> 2ème classe	
M. ADOUE D.	Médecine Interne, Gériatrie	Mme BEYNE-RAUZY O.	Médecine Interne
M. AMAR J.	Thérapeutique	M. BIRMES Ph.	Psychiatrie
M. ATTAL M. (C.E)	Hématologie	M. BROUCHET L.	Chirurgie thoracique et cardio-vascul
M. AVET-LOISEAU H	Hématologie, transfusion	M. BUREAU Ch	Hépat-Gastro-Entéro
M. BLANCHER A.	Immunologie (option Biologique)	M. CALVAS P.	Génétique
M. BONNEVIALLE P.	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie.	M. CARRERE N.	Chirurgie Générale
M. BOSSAVY J.P.	Chirurgie Vasculaire	Mme CASPER Ch.	Pédiatrie
M. BRASSAT D.	Neurologie	M. CHAIX Y.	Pédiatrie
M. BROUSSET P. (C.E)	Anatomie pathologique	Mme CHARPENTIER S.	Thérapeutique, méd. d'urgence, addict
M. BUGAT R. (C.E)	<i>Cancérologie</i>	M. COGNARD C.	Neuroradiologie
M. CARRIE D.	Cardiologie	M. DE BOISSEZON X.	Médecine Physique et Réadapt Fonct.
M. CHAP H. (C.E)	Biochimie	M. FOURNIE B.	Rhumatologie
M. CHAUVEAU D.	Néphrologie	M. FOURNIÉ P.	Ophthalmologie
M. CHOLLET F. (C.E)	Neurologie	M. GAME X.	Urologie
M. CLANET M. (C.E)	Neurologie	M. GEERAERTS T.	Anesthésiologie et réanimation chir.
M. DAHAN M. (C.E)	Chirurgie Thoracique et Cardiaque	Mme GENESTAL M.	Réanimation Médicale
M. DEGUINE O.	O. R. L.	M. LAROCHE M.	Rhumatologie
M. DUCOMMUN B.	Cancérologie	M. LAUWERS F.	Anatomie
M. FERRIERES J.	Epidémiologie, Santé Publique	M. LEOBON B.	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. FOURCADE O.	Anesthésiologie	M. MAZIERES J.	Pneumologie
M. FRAYSSE B. (C.E)	O.R.L.	M. MOLINIER L.	Epidémiologie, Santé Publique
M. IZOPET J. (C.E)	Bactériologie-Virologie	M. OLIVOT J-M	Neurologie
Mme LAMANT L.	Anatomie Pathologique	M. PARANT O.	Gynécologie Obstétrique
M. LANG T.	Biostatistique Informatique Médicale	M. PARIENTE J.	Neurologie
M. LANGIN D.	Nutrition	M. PATHAK A.	Pharmacologie
M. LAUQUE D. (C.E)	Médecine Interne	M. PAUL C.	Dermatologie
M. LIBLAU R. (C.E)	Immunologie	M. PAYOUX P.	Biophysique
M. MAGNAVAL J.F.	Parasitologie	M. PAYRASTRE B.	Hématologie
M. MALAVAUD B.	Urologie	M. PORTIER G.	Chirurgie Digestive
M. MANSAT P.	Chirurgie Orthopédique	M. PERON J.M.	Hépat-Gastro-Entérologie
M. MARCHOU B.	Maladies Infectieuses	M. RONCALLI J.	Cardiologie
M. MONROZIES X.	Gynécologie Obstétrique	M. SANS N.	Radiologie
M. MONTASTRUC J.L. (C.E)	Pharmacologie	Mme SAVAGNER F.	Biochimie et biologie moléculaire
M. MOSCOVICI J.	Anatomie et Chirurgie Pédiatrique	Mme SELVES J.	Anatomie et cytologie pathologiques
Mme MOYAL E.	Cancérologie	M. SOL J-Ch.	Neurochirurgie
Mme NOURHASHEMI F.	Gériatrie		
M. OLIVES J.P. (C.E)	Pédiatrie		
M. OSWALD E.	Bactériologie-Virologie		
M. PARINAUD J.	Biol. Du Dévelop. et de la Reprod.		
M. PERRET B (C.E)	Biochimie		
M. PRADERE B. (C.E)	Chirurgie générale		
M. RASCOL O.	Pharmacologie		
M. RECHER Ch.	Hématologie		
M. RISCHMANN P. (C.E)	Urologie		
M. RIVIERE D. (C.E)	Physiologie		
M. SALES DE GAUZY J.	Chirurgie Infantile		
M. SALLES J.P.	Pédiatrie		
M. SERRE G. (C.E)	Biologie Cellulaire		
M. TELMON N.	Médecine Légale		
M. VINEL J.P. (C.E)	Hépat-Gastro-Entérologie		
		<b>P.U.</b>	
		M. OUSTRIC S.	Médecine Générale

<b>P.U. - P.H.</b> Classe Exceptionnelle et 1ère classe		<b>P.U. - P.H.</b> 2ème classe	
M. ACAR Ph.	Pédiatrie	M. ACCADBLE F.	Chirurgie Infantile
M. ALRIC L.	Médecine Interne	Mme ANDRIEU S.	Epidémiologie
M. ARLET Ph. (C.E)	Médecine Interne	M. ARBUS Ch.	Psychiatrie
M. ARNAL J.F.	Physiologie	M. BERRY A.	Parasitologie
Mme BERRY I.	Biophysique	M. BONNEVILLE F.	Radiologie
M. BOUTAULT F. (C.E)	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale	M. BUJAN L.	Uro-Andrologie
M. BUSCAIL L.	Hépatogastro-Entérologie	Mme BURA-RIVIERE A.	Médecine Vasculaire
M. CANTAGREL A.	Rhumatologie	M. CHAYNES P.	Anatomie
M. CARON Ph. (C.E)	Endocrinologie	M. CHAUFOUR X.	Chirurgie Vasculaire
M. CHAMONTIN B. (C.E)	Thérapeutique	M. CONSTANTIN A.	Rhumatologie
M. CHAVOIN J.P. (C.E)	Chirurgie Plastique et Reconstructive	M. DELOBEL P.	Maladies Infectieuses
M. CHIRON Ph.	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie	Mme DULY-BOUHANICK B.	Thérapeutique
Mme COURTADE SAIDI M.	Histologie Embryologie	M. COURBON	Biophysique
M. DELABESSE E.	Hématologie	M. DAMBRIN C.	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire
Mme DELISLE M.B. (C.E)	Anatomie Pathologie	M. DECRAMER S.	Pédiatrie
M. DIDIER A.	Pneumologie	M. DELORD JP.	Cancérologie
M. ELBAZ M.	Cardiologie	M. GALINIER Ph.	Chirurgie Infantile
M. GALINIER M.	Cardiologie	M. GARRIDO-STÖWHAS I.	Chirurgie Plastique
M. GERAUD G.	Neurologie	Mme GOMEZ-BROUCHET A.	Anatomie Pathologique
M. GLOCK Y.	Chirurgie Cardio-Vasculaire	M. GROLEAU RAOUX J.L.	Chirurgie plastique
M. GOURDY P.	Endocrinologie	Mme GUIMBAUD R.	Cancérologie
M. GRAND A. (C.E)	Epidémiol. Eco. de la Santé et Prévention	M. HUYGHE E.	Urologie
Mme HANAIRE H. (C.E)	Endocrinologie	M. LAFOSSE JM.	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
M. KAMAR N.	Néphrologie	M. LEGUEVAQUE P.	Chirurgie Générale et Gynécologique
M. LARRUE V.	Neurologie	M. MARCHEIX B.	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M. LAURENT G. (C.E)	Hématologie	M. MARQUE Ph.	Médecine Physique et Réadaptation
M. LEVADE T.	Biochimie	Mme MAZEREUEW J.	Dermatologie
M. MALECAZE F. (C.E)	Ophthalmologie	M. MINVILLE V.	Anesthésiologie Réanimation
Mme MARTY N.	Bactériologie Virologie Hygiène	M. MUSCARI F.	Chirurgie Digestive
M. MASSIP P.	Maladies Infectieuses	M. OTAL Ph.	Radiologie
M. PLANTE P.	Urologie	M. ROLLAND Y.	Gériatrie
M. RAYNAUD J-Ph.	Psychiatrie Infantile	M. ROUX F.E.	Neurochirurgie
M. RITZ P.	Nutrition	M. SAILLER L.	Médecine Interne
M. ROCHE H. (C.E)	Cancérologie	M. SOULAT J.M.	Médecine du Travail
M. ROSTAING L. (C.E)	Néphrologie	M. TACK I.	Physiologie
M. ROUGE D. (C.E)	Médecine Légale	M. VAYSSIERE Ch.	Gynécologie Obstétrique
M. ROUSSEAU H.	Radiologie	M. VERGEZ S.	O.R.L.
M. SALVAYRE R. (C.E)	Biochimie	Mme URO-COSTE E.	Anatomie Pathologique
M. SCHMITT L. (C.E)	Psychiatrie		
M. SENARD J.M.	Pharmacologie		
M. SERRANO E. (C.E)	O. R. L.		
M. SOULIE M.	Urologie		
M. SUC B.	Chirurgie Digestive		
Mme TAUBER M.T.	Pédiatrie		
M. VELLAS B. (C.E)	Gériatrie		

Professeur Associé de Médecine Générale  
Dr VIDAL M.  
Professeur Associé en O.R.L.  
WOISARD V.



## SERMENT D'HIPPOCRATE



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**A notre Maître et Président du jury,**

**Monsieur le Professeur Nicolas SANS**

*Professeur des Universités*

*Praticien Hospitalier en Radiologie*

Je suis honoré de te voir présider ce jury.

Merci pour la qualité de ton enseignement tout au long de mon internat, que ce soit en radiologie au quotidien dans le service, en navigation sur un catamaran de 40 pieds à Marie Galante, en variété française lors des soirées karaoké, en bars branchés parisiens lors des JFR, en rugby lors des déjeuners tarnais ou encore en culture générale à l'IRM à 7h30 du matin...

Merci pour ta disponibilité et le soutien permanent que tu apportes aux internes de radiologie.

Sois assuré de mon profond respect.

**A notre Maître et Juge,**

**Monsieur le Professeur Philippe OTAL**

*Professeur des Universités*

*Praticien Hospitalier en Radiologie*

Même sous la contrainte, je suis honoré et je te remercie d'avoir accepté de juger ce travail. Je ne saurais comment te remercier pour le temps consacré à nous apprendre les subtilités de l'imagerie digestive. J'espère pouvoir être digne de toutes les heures passées à écrire ce fameux « poly de Philippe » et ces power points de plus de 400 diapos...

Merci pour ta gentillesse, ta disponibilité et ton humilité.

Tu es pour moi un exemple que je m'efforce de suivre dans ma pratique de la médecine.

**A notre Maître et Juge,**

**Monsieur le Professeur Philippe GALINIER**

*Professeur des Universités*

*Praticien Hospitalier en Radiologie*

Merci d'avoir accepté de juger ce travail.

Ces 6 mois à l'hôpital des enfants ont été très enrichissants. J'ai pu bénéficier de votre expertise dans le domaine de la chirurgie viscérale notamment lors des staffs.

Veillez trouver ici l'expression de ma gratitude et de tout mon respect.

**A notre Juge et Directeur de thèse,**

**Madame le Docteur Julie VIAL**

*Praticien Hospitalier en Radiologie*

Je te remercie d'avoir accepté de diriger ce travail qui me tient à cœur.

Malgré le peu de temps que nous laissaient nos discussions sur le ski, le kite surf, les voyages, ce fut à chaque fois un plaisir de travailler avec toi dans la bonne humeur et la décontraction.

Merci pour la qualité de ton enseignement.

J'espère avoir la chance de partager cet échange pendant encore quelques années.

**A notre Juge,**

**Madame le Docteur Christiane BAUNIN**

*Praticien Hospitalier en Radiologie*

Encore merci Christiane d'avoir accepté de siéger dans ce jury.

C'est un honneur et une chance d'avoir pu vous côtoyer et ainsi bénéficier de votre expertise dans la radiologie pédiatrique.

Vos connaissances de la clinique et des bases physiologiques mêlées à votre rigueur scientifique ne laissent aucune place au doute et à l'approximation.

Je suis heureux de pouvoir continuer à travailler à vos côtés.

Soyez assurée de mon profond respect.

**A notre Juge,**

**Madame le Docteur Ourdia BOUALI**

*Praticien Hospitalier en Chirurgie pédiatrique*

Tu me fais l'honneur et le plaisir de siéger dans mon jury.

Je te remercie pour ta collaboration précieuse et active dans cette étude.

Je suis admiratif de tous les soins que tu prodigues et l'attention que tu consacres à ces enfants malades.

Merci de bien vouloir juger ce travail.

## **A mes maîtres**

Monsieur le Professeur Fabrice BONNEVILLE

Je ne reviendrai pas sur tes formidables qualités d'enseignant et d'orateur. Je tiens en revanche à souligner des qualités techniques indéniables dans la pratique du volley-champagne-piscine.

Merci de m'avoir enfin permis de passer à la télévision à tes côtés lors d'une superbe thrombectomie. J'espère pouvoir encore longtemps profiter de ton savoir. Merci pour ta disponibilité.

Monsieur le Professeur Jean Jacques RAILHAC

Je vous remercie de m'avoir accueilli lors de mon premier semestre où j'ai pu parfaire mes bases de rhumatologie. Merci également d'avoir soutenu cette étude jusqu'à son terme.

Monsieur le Professeur Hervé ROUSSEAU

Merci de m'avoir fait découvrir le monde fascinant de la radiologie interventionnelle vasculaire et de m'avoir emmené à Strasbourg me frotter à la jeunesse de la SFICV, plus assidue dans l'exploration des bars locaux que dans la participation aux séances plénières.

Monsieur le Professeur Francis JOFFRE

Monsieur le Professeur Christophe COGNARD

## **Aux Docteurs**

David Labarre pour avoir initié ce travail, Delphine San Martin la grande soeur, Céline Brun ma future co-chef, Marie-Charlotte Delchier en mémoire de cette folle semaine d'astreinte, Hélène Chiavassa-Gandois pour m'avoir fait découvrir les bracelets Ipanema, Franck Lapègue pour son gel-pad, Jacques Giron pour ses Felsonneries, Sophie Combelles pour ses conseils avisés, Philippe Tall pour son sens du rythme, Muriel Kany pour sa bonne humeur, Isabelle Catalaa pour ses spectro-perfusions, Bogdan Vierasu pour ses chemises, Christophe Lions pour me donner une bonne image des ch'tis, Julien Auriol pour son amour du Béarn, Elisabeth Galy pour son raffinement, Tema Mokrane pour sa gentillesse, Stéphane Gelée notre présidente d'internat, Samia Collot pour sa disponibilité, Michel Juricic pour m'avoir accueilli dans son bloc, Olivier Abbo le geek de la chirurgie viscérale.

## **A mes Chefs de Clinique**

Guillaume Mosko pour notre sens commun du cynisme, Céline Barcelo la surdouée, MAM la maman de tous les internes, Pierre Barrier qui fait également de la radiologie un sport extrême, Séverine Lagarde pour son inépuisable bienveillance, Marie Faruch pour ses connaissances, son pragmatisme et son efficacité, Antoine Ponsot qui démontre qu'on peut être classe même avec une blouse, Marie-Auréli Bayol et son amour pour le vasculaire, Frédérique Tanchoux et son amour pour le corbière, Eric Dugert et sa passion pour les ultra marines virage sud.

A mes maîtres bordelais :

Mr le Professeur Manuel Tunon de Lara, Mr le Professeur Dominique Midy, Mr le Professeur Antoine Tabarin.

Au-delà de notre relation particulière, je vous remercie pour votre enseignement pendant ces 6 années bordelaises sur les bancs de la faculté.

Aux docteurs Trebesses : je vous dédie ce travail, merci pour votre accueil à la fin des ses longues journées de cours en P1, récompensées par une bonne raclette.

## **Merci à tous mes co-internes ou amis de l'industrie du X :**

A Laurie courgette & Yann : ou comment retourner un appartement avec seulement une bouteille de Diplomatico ! Bravo les champions.

A Claire & Seb : pour votre bonne humeur et votre gentillesse. Et oui Claire, tout le monde sait que Seb a des mains en or...

A Sophie : Ma maman de la radiologie. Merci de m'avoir pris sous ton aile dès mon 1<sup>er</sup> semestre.

A Vanessa : la Wikinessa de la neuroradiologie.

A Sarah : si on m'avait dit un jour qu'une cagole savait se servir d'une gopro...

A Marjorie : merci pour ces bastons dans les sous-sols de Ranguel, et merci à ton homme de nous avoir emmené au crocodile vert. Je t'épargnerai la relecture de ma thèse.

A Olivier : le roi de la reprise-pissette, et qui utilise mon prénom pour se travestir le vendredi soir au bord du canal.

A Zoé : peu de personnes savent qui est la vraie Zoé... elle se révèle les soirs de pleine lune à l'Hippocup !

A Pierre : aussi discret dans le paysage de la radiologie toulousaine que le Duc du Luxembourg déambulant dans un village de Sierra Léone.

A Roberto et Ignacia: los huevones de chile...

A Romain : man vs wild.

A Marine : toujours partant pour un apéro piscine à Castanet !

Et bien sûr à tous les membres de la team radiologie, aux jeunes et aux moins jeunes (du 3 ème tableau de garde !) : Cédric, Geoffroy, Thomas, Louise, Omar, Oubada, Antoine, Sophie, Jean, Christophe, Alexia, Olivia, Marine, Léa, Margaux, Louis-David, Hubert, Noëlle, Noé, Marc, Charline, Claire, Baptiste, Florence, Elise, ceux que j'oublie et tous les petits jeunes que je vais avoir le plaisir de rencontrer.

A toute l'équipe de la radiologie toulousaine de Purpan à Rangueil en passant par l'hôpital des enfants : merci à tous les manips, les secrétaires, infirmières de bloc, aides-soignants... Sans vous nous ne sommes rien.

#### **A toute l'équipe de la médecine nucléaire de Purpan :**

Professeur Pierre Payoux : merci pour ton enseignement précieux et de m'avoir emmené au Luxembourg me confronter au monde secret des nucléaristes, et merci de m'avoir fait passer un brillant oral de master. Les Docteurs Anne Hitzel, Anne Julian et Thomas Wagner : merci d'avoir interprété 2 fois (ou fait semblant d'interpréter) mes cerveaux pour aboutir à cette magnifique étude.

#### **A toute l'équipe de la radiologie tarbaise :**

Au docteur Françoise Hugon : pour votre gentillesse, votre enseignement et votre magnum de champagne au Régent ! Aux docteurs Solofo, Philippe et Bertrand : quel plaisir de travailler avec vous au quotidien ! A François : mon cher padawan, il n'y a pas que le surf et le ski dans la vie, y'a la pâtisserie aussi ! A Rafy : merci pour l'initiation à la cuisine méditerranéenne. A tous les manips et les secrétaires, vous êtes parfaits.

#### **A toute l'équipe de la radiologie Calédonienne :**

Aux docteurs Catherine Merzeau, Frédérique Fresnais, Yassine Ben Ghorbal, Nicolas Naggara, Benoît Vedel, Antoine Dumas, Jean Rémi Boutault.

Comme quoi on peut faire du bon travail tout en profitant de la vie.

#### **A la Team Lavour :**

La fatigue des allers retours quotidiens est compensée par votre bonne humeur permanente.

Merci pour votre accueil. Ne changez rien !

### **A Mathilde,**

Ta présence et ton soutien pendant ces années représentent mon bien le plus précieux. Merci d'être à mes côtés ici ou à l'autre bout du monde, merci pour tous ces moments de bonheur, et ceux à venir.

### **A ma famille,**

A mon père : j'ai pu profiter de cette perpétuelle envie d'obtenir ce qu'il y a de mieux pour ses enfants. S'il paraît que je te ressemble, ne serait-ce qu'un peu, j'en suis très fier. Et tant pis pour les moments d'attente le soir à l'entraînement ou le retard chronique tout au long de ma scolarité !

A ma mère : comment fais-tu pour avoir autant d'énergie ? Merci de nous avoir accompagné à chaque instant, moi et les autres, depuis les couches jusqu'à maintenant ! Je mesure chaque jour la chance de t'avoir près de moi.

A mon frère Pierre: merci pour les raclées que j'ai prises, cela m'a permis de me forger ce caractère et d'être l'homme que je suis. Merci de soigner ma phobie de l'aéronautique, merci d'être là.

A ma sœur Laura : ta sensibilité et ton amour de la famille sont le socle de cette fratrie. Malgré tes voyages incessants tu seras toujours près de moi.

A ma sœur Barbara : Il suffit que je pense à toi pour évacuer chaque petit moment de doute ou de fatigue. Tu es l'incarnation du courage et de la force. Je suis fier de toi.

A Papi et mamie : merci pour votre soutien et votre amour. Papi, ta science du foot dépasse de loin tous les numéros de France football réunis. Mamie, ne désespère pas de me faire prendre du poids, il paraît qu'après la trentaine ça vient...

A mes grands parents qui m'ont quitté trop vite, je sais que vous suivez mes aventures de là où vous êtes, chaque jour j'espère ne pas vous décevoir.

A mes tantes, oncles, cousins et cousines.

A la famille Berodier-Perdrix pour leur soutien et leur gentillesse. Merci d'être venu nous voir à l'autre bout du monde !

## **A mes amis,**

Les béarnais :

Zozo : mon fidèle compagnon, des bancs du lycée aux bancs du virage sud en passant par les bancs de requins au Mexique ou en Nouvelle Calédonie... jusqu'où irons nous ?

Blayou : un temps adversaire à l'ASMUR, un temps coéquipier à L'ASPTT Bordeaux, vivement que tu m'enlèves ce foutu appendice !

Tonio : Notre maître de la filtration glomérulaire et du jeu citadelle... ah cette poudrière !

Zoby : ces choix incompréhensibles qui t'ont poussé à l'exil ne font qu'accentuer le bonheur de se retrouver pour une partie de voile sur le bassin.

Matéo : finalement tu auras résisté au fléau de l'alcoolisme juvénile, et je suis heureux de continuer la route avec toi pour partager encore quelques fêtes de Monein.

Boborde : qui monte plus vite à Luz, la BX ou la transhumance ?

Fofie : un jour peut être je m'aventurerai dans les méandres de la psychanalyse...

Maëliiss : merci d'avoir été là, depuis le lycée et après.

A Tod, Clem, pierrot, Tom, Sisqo, Nono, Georgio... A tous les footeux du FAB.

Les bordelais :

JD : « tu bosses cet am ? » ; « oui » ; « pas de surf alors ? » ; « si car je bosse de 19h à 20h ».

Ben : entre deux sakifouettes : « tu penses que je vais me marier avec Tat un jour ? »

Tat : entre 2 verres dans les sous sols de purpan : « tu penses que Ben va me demander en mariage un jour ? » Vivement votre retour !

Raffroo : un talent de scène hors norme, seul l'ingénieur du son laisse à désirer. Je te kiffe.

Jacky : un peu de prune, un zeste de Whisky, et c'est parti... le Jacky show !

De l'internat :

Amélie et Damien : une lutte permanente pour rivaliser en kitesurf avec l'un et en wakeboard avec l'autre. Tendresse et chocolat.

Pierrot et Elo : Tout cet entraînement pour défendre madame, est-ce bien raisonnable ?

Edith, Charlotte, Mat Guivarch, YoPo, Romain P, Aux spartiates (gaut, thib, flo, bob, nico, la bess et les autres...). La grosse coloc : Anne Pascale, Sophie et Fofie, Le Roux, Benoit, Romain et Pauline. Julia, Anne, Chakir.

## Table des matières

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>20</b>
<b>1.1 Objectifs.....</b>	<b>20</b>
<b>1.2 Définitions et rappels embryologiques .....</b>	<b>20</b>
1.2.1 Définition.....	20
1.2.2 Rappels embryologiques du développement rénal et urétéral .....	21
1.2.3 Classification anatomique de l'obstruction de la jonction pyélo-urétérale.....	23
1.2.4 A propos des vaisseaux polaires .....	25
<b>1.3 Imagerie de la JPU et des vaisseaux polaires .....</b>	<b>25</b>
1.3.1 Imagerie conventionnelle .....	25
1.3.2 AngioIRM sans produit de contraste et séquence Time-SLIP.....	29
<b>1.4 Prise en charge actuelle.....</b>	<b>34</b>
<b>2. MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>38</b>
<b>2.1 Etude.....</b>	<b>38</b>
<b>2.2 Population .....</b>	<b>38</b>
<b>2.3 Technique d'examen IRM.....</b>	<b>39</b>
<b>2.4 Analyse des images.....</b>	<b>40</b>
<b>2.5 Technique chirurgicale .....</b>	<b>41</b>
<b>2.6 Analyse statistique .....</b>	<b>41</b>
<b>3. RESULTATS.....</b>	<b>42</b>
<b>3.1 Caractéristiques de la population .....</b>	<b>42</b>
<b>3.2 Qualité et faisabilité de l'examen .....</b>	<b>42</b>
<b>3.3 Sensibilité et spécificité.....</b>	<b>43</b>
<b>3.4 Variabilité intra et inter observateur .....</b>	<b>43</b>
3.4.1 Variabilité intra observateur.....	43
3.4.2 Variabilité inter observateur.....	44
<b>3.5 Analyse du degré d'hydronéphrose en fonction de l'étiologie.....</b>	<b>44</b>
<b>3.6 Suivi post opératoire.....</b>	<b>46</b>
<b>4. DISCUSSION.....</b>	<b>47</b>
<b>5. CONCLUSION .....</b>	<b>51</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>52</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>57</b>

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

BBTI : Black Blood Time Inversion

DTPA : Diethylene Triamine Penta Acetic Acid

EDC : Echographie Doppler Couleur

FASE : Fast Spin Echo

FNS : Fibrose Néphrogénique Systémique

IRM : Imagerie par Résonance magnétique

JPU : Jonction Pyélo Urétérale

MAG3 : Mercapto Acetyl Triglycine

MIP : Maximum Intensity Projection

OJPU : Obstruction de la Jonction Pyélo Urétérale

SLIP : Spin Labelling Inversion Pulse

SJPU : Syndrome de la Jonction Pyélo Urétérale

TSE : Turbo Spin Echo

VP : Vaisseau Polaire

## 1. INTRODUCTION

Le syndrome de la jonction pyélo urétérale (SJPU) est l'une des causes les plus fréquentes d'obstruction des voies urinaires avec une incidence de 3 pour 1000 chez le nouveau né. Il touche plus souvent les garçons et peut être bilatéral dans 30% des cas<sup>1</sup>. Il est fréquemment associé à un vaisseau rénal polaire inférieur croisant la jonction pyélo urétérale (JPU), en particulier chez les patients présentant une obstruction intermittente<sup>2</sup>. La découverte d'un vaisseau polaire permet de choisir la technique chirurgicale et de prévenir le risque hémorragique.

L'échographie doppler couleur (EDC) est une technique de choix chez l'enfant pour évaluer l'hydronéphrose et repérer les vaisseaux polaires<sup>3,5</sup>, cependant elle connaît la limite de la grande variabilité inter opérateur. L'angioscanner et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) avec produit de contraste ont montré d'excellentes performances diagnostiques dans la détection des vaisseaux polaires<sup>3,4,6,7</sup>. Le problème de l'irradiation ne permet pas d'utiliser de façon systématique le scanner chez l'enfant et l'adolescent. Concernant l'IRM, l'administration de produit de contraste à base de gadolinium représente une contrainte avec la douleur de la perfusion et le risque de fibrose néphrogénique systémique.

A ce jour, il existe de multiples séquences d'angioIRM sans injection de produit de contraste assez rapides pour être utilisées en pédiatrie<sup>8</sup>, cependant on ne retrouve dans la littérature aucune étude sur l'évaluation de la performance diagnostique de ces séquences dans la recherche de vaisseau polaire dans le cadre des SJPU.

### 1.1. Objectifs

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer une nouvelle séquence IRM sans injection de produit de contraste (Time-SLIP) dans l'identification et le repérage des vaisseaux polaires chez des enfants nécessitant un traitement chirurgical d'un SJPU.

La sensibilité, la spécificité ainsi que les variabilités inter et intra observateur ont été étudiées, en confrontant les données au *gold standard* de l'observation per opératoire.

### 1.2. Définitions et rappels embryologiques

#### 1.2.1. Définition

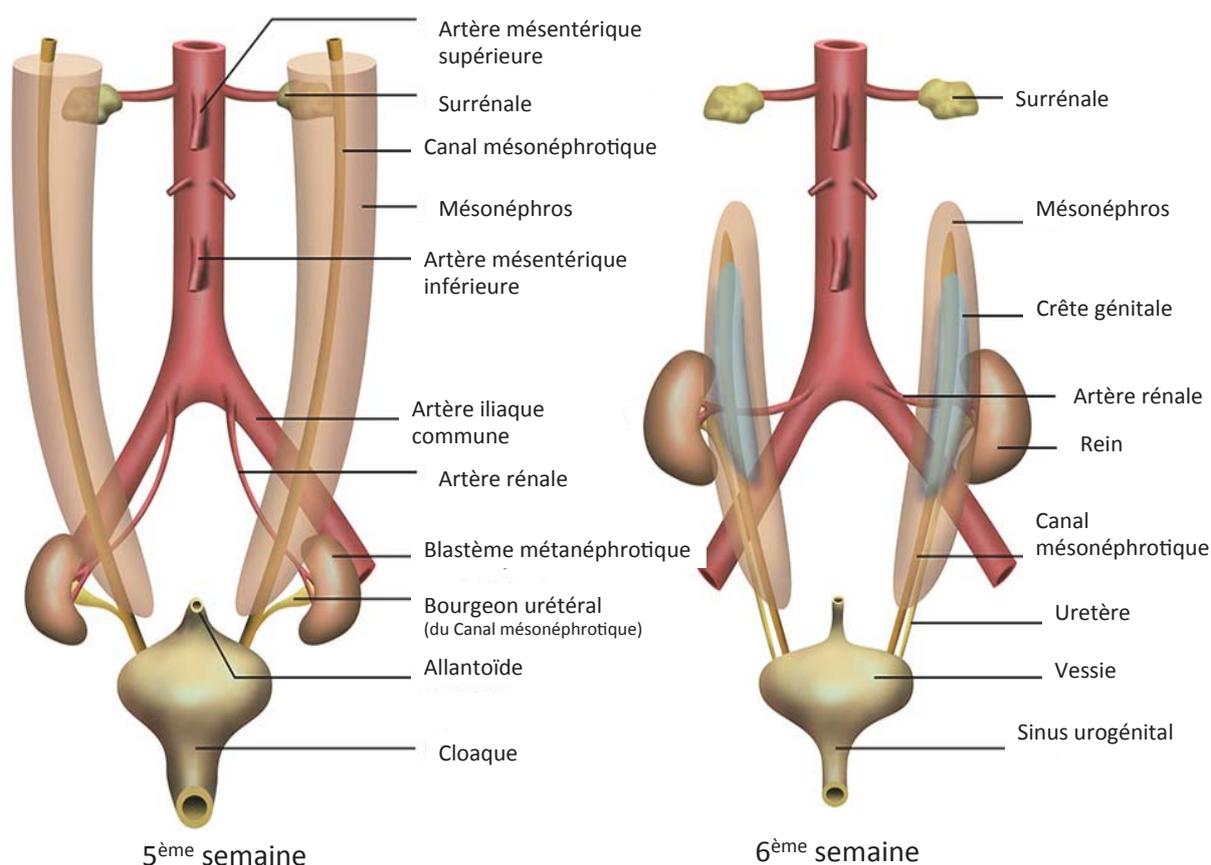
Une obstruction de la jonction pyélo-urétérale (OJPU) peut être définie comme un obstacle fonctionnel ou anatomique à l'écoulement de l'urine du pyélon rénal vers l'uretère, qui sans traitement entraînera des symptômes cliniques ou une altération du parenchyme et de la fonction rénale. Le terme *obstruction* est imprécis. Une obstruction complète anténatale de la

JPU aboutit à un rein non fonctionnel, sous la forme d'un rein dysplasique multi kystique. En pratique clinique, la problématique repose sur la prise en charge d'une obstruction incomplète. Classiquement, l'OJPU est décrite comme minime, modérée ou sévère. L'altération du flux à la JPU nécessitera cependant une analyse quantitative utile. Le degré d'obstruction de la JPU est donc classé par sévérité, les causes sont multiples. L'étiologie de l'obstruction, donc la nature de l'obstacle, n'est pas prise en compte dans la définition. Le degré d'obstruction peut changer dans le temps, en diminuant, en s'aggravant progressivement ou évoluant par intermittence. D'un point de vue historique, la douleur, la pyélonéphrite, les calculs urinaires et l'hématurie sont les indications menant à une intervention. La plupart des OJPU sont diagnostiquées dans la période périnatale en raison de l'utilisation répandue de l'échographie anténatale. Les chirurgiens et néphrologues ont la tâche de déterminer le pronostic fonctionnel rénal devant une hydronéphrose congénitale asymptomatique qui pourrait être ou non obstructive. Quelques études ont été mises en place afin de mieux comprendre les étiologies et les mécanismes d'une obstruction impliquant la JPU. Est-ce que toutes les OJPU congénitales s'établissent in utero ? Est-ce que des événements secondaires en post natal contribuent à l'accentuation de l'obstruction ? Pourquoi la JPU est le siège de prédilection d'une obstruction urétérale ? Quelles sont les bases embryologiques des différents types d' OJPU ?

### *1.2.2. Rappels embryologiques du développement rénal et urétéral*

Au cours de la cinquième semaine de gestation chez l'Homme, le bourgeon urétéral, un diverticule caudal du canal mésonéphrotique (de Wolff), envahit le mésenchyme condensé (blastème métanéphrotique) en pénétrant dans le sens cranio caudal. Ainsi commence le processus de différenciation. Le bourgeon urétéral va se dilater et se diviser en plusieurs branches, conduisant à la formation des canaux collecteurs, grands et petits calices, le pyélon et l'uretère. L'interaction biochimique entre les portions condensées du métanéphros et la partie proximale du bourgeon urétéral en division est critique dans le bon développement de l'ensemble des voies urinaires excrétrices. Il a été suggéré que la différenciation en cellules musculaires lisses viscérales, qui présentent des similitudes avec celles des uretères, nécessite une interaction inductrice entre des progéniteurs épithéliaux et mésenchymateux, analogues à la différenciation néphronique<sup>9</sup>. Dans le développement de la vessie, par exemple, la présence de l'urothélium conduit à la différenciation du mésenchyme fœtal pour produire des cellules musculaires lisses vésicales ainsi que de multiples composants de la matrice extracellulaire<sup>10</sup>. Chez le fœtus humain, la différenciation en cellules musculaires lisses dans la vessie apparaît au cours de la septième semaine de gestation, précédant de loin l'apparition de la musculature

haute de l'uretère au cours de la seizième semaine <sup>11</sup>. Il est concevable qu'un arrêt prématuré de la différenciation urétérale proche de la JPU, qui représente la zone de transition entre les portions intra et extra rénales du bourgeon urétéral, amène à la formation d'un segment apéristaltique à ce niveau. Les uretères fœtaux sont tortueux, et présentent des replis ou valves. Ils se raidissent pendant la croissance longitudinale corporelle et l'ascension du rein en position rétro péritonéale. La persistance de ces plis fœtaux et d'une certaine tortuosité (retard de croissance, défaut d'ascension) peut constituer une alternative à l'explication d'une obstruction congénitale. Le diamètre de la lumière de la JPU est normalement plus petit que le diamètre du reste de l'uretère, aussi bien chez le fœtus que chez l'adulte <sup>12</sup>. Le nombre de cellules musculaires lisses est systématiquement moins important à la JPU au cours du développement <sup>13</sup>. Cependant, aucune des données actuellement disponibles ne permet d'expliquer avec certitude pourquoi la JPU est le site privilégié des obstructions urétérales congénitales.



**Figure 1: Développement embryonnaire entre la 5<sup>ème</sup> et la 6<sup>ème</sup> semaine. Contact entre le bourgeon urétéral mésonéphrotique et le blastème métanéphrotique et début d'ascension.**

### 1.2.3. Classification anatomique de l'obstruction de la JPU

#### - Sténose intrinsèque, valves :

L'atteinte la plus commune se situe à la JPU, cependant tous les segments de l'uretère peuvent être concernés. Les patients présentent une dysfonction fonctionnelle ou effective du péristaltisme ainsi qu'une distension inadéquate de la lumière pour recevoir un bolus urinaire normal. D'un point de vue histologique, la lumière d'une sténose de la JPU est cerclée d'un épithélium transitionnel classique mais entourée d'un petit nombre de cellules musculaires lisses. Certaines sténoses peuvent être acquises sur une inflammation chronique, notamment après des épisodes de pyélonéphrites. Il existe dans ce cas des lésions de fibrose. Les valves urétérales sont un autre type d'obstruction intrinsèque. Fenger l'a décrit pour la première fois en 1894<sup>14</sup>.

#### - Anomalie d'insertion :

Au moment du diagnostic, les obstructions sont souvent associées à une anomalie d'insertion, qui se traduit en général par une insertion haute, oblique, au sein d'un pyélon dilaté. Mais l'anomalie d'insertion peut ne pas être à elle seule responsable de l'obstruction. En effet, le rein est un organe mobile, littéralement suspendu dans le rétropéritoine et ancré au niveau du hile. S'il existe une obstruction à la JPU, comme une sténose intrinsèque ou un vaisseau polaire, la dilatation progressive du pyélon va suivre. Le rein augmenté de volume avec son pyélon dilaté peut s'infléchir et tourner sur lui-même, déplaçant la JPU vers le haut. Résultant de ces modifications anatomiques, la JPU peut occuper une position relativement haute, créant un effet virtuel de « flap-valve » (Broedel M 1907).

#### - Bandes fibreuses, adhésions :

Les patients souffrant d'une OJPU aux antécédents d'infections récidivantes de l'arbre urinaire ou de néphrostomie percutanée peuvent présenter autour du pyélon et de l'uretère proximal une fibrose dense majorant l'effet d'obstruction. La distension répétée du pyélon rénal et de l'uretère à un certain degré peut conduire à une ischémie transmurale, provoquant une réaction inflammatoire locale<sup>15</sup>.

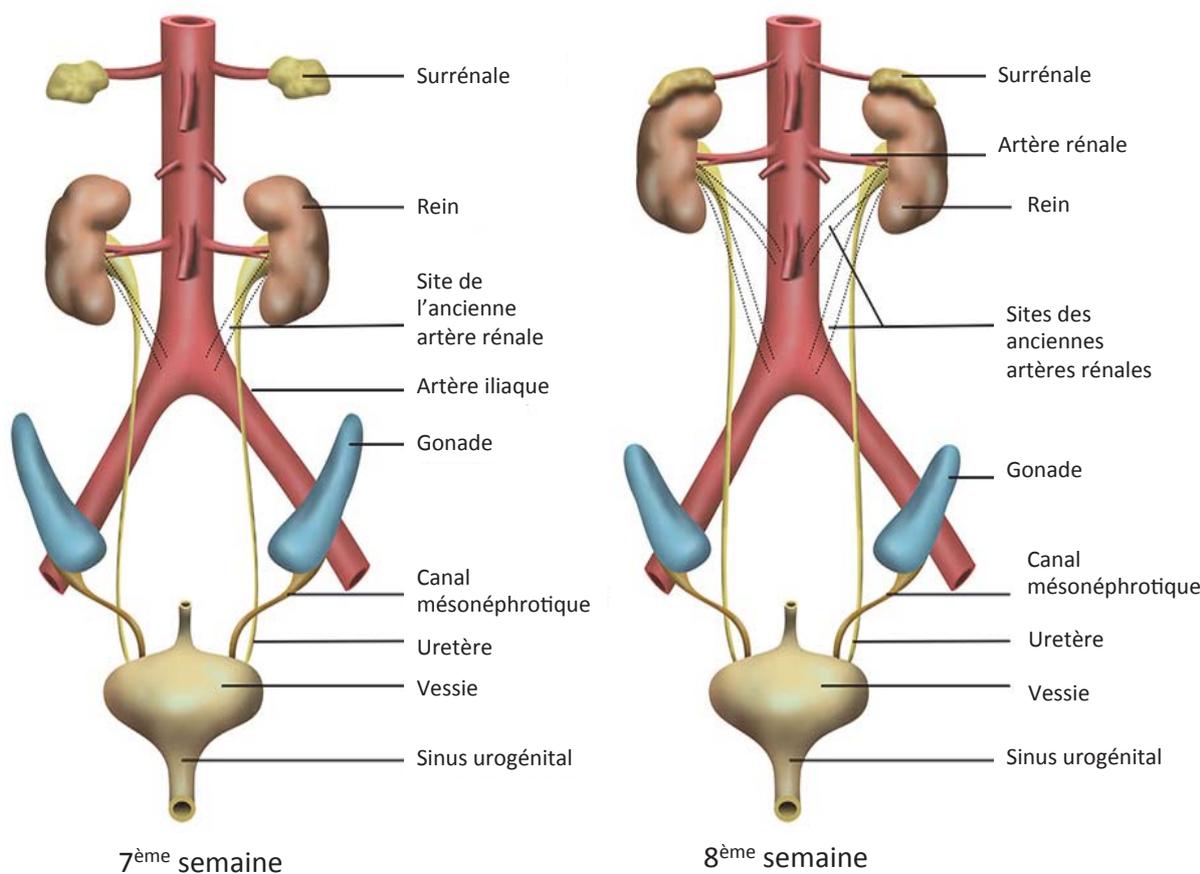
#### - Vaisseaux polaires :

En 1909, Charles Mayo<sup>16</sup> évoqua pour la première fois la présence de vaisseaux croisant la JPU, décrivant cette découverte inattendue.

Stephens<sup>17</sup> utilisa le terme d'« enchevêtrement urétéro vasculaire » (*ureterovascular tangle*) pour décrire la région où l'uretère proximal semble anguleux et obstrué par des vaisseaux rénaux aberrants irrigant le pôle inférieur du rein. Un vaisseau polaire inférieur peut provenir de n'importe quel segment de l'artère rénale principale, de l'aorte ou de l'artère iliaque.

L'équipe de Stephens n'a pas mis en évidence d'autres localisations de fibrose ou de sténose à la JPU en dehors de la zone de croisement, ce qui impliquerait que la relation urétéro-vasculaire soit la cause première de l'obstruction.

Au cours du développement fœtal, le rein mature s'élève pour atteindre sa position haute dans le rétropéritoine et le pyélon rénal change son orientation effectuant une rotation de 90° d'une position antérieure à médiale. Pendant cette phase d'ascension et de rotation, le rein acquiert son apport sanguin permanent. Les vaisseaux sont disposés sous la forme d'une « échelle » reliant l'aorte au mésonéphros qui est en cours d'involution, alors que le métanéphros mature va s'élever en position haute dans le rétropéritoine en arrière de ces vaisseaux. Au fur et à mesure que le rein s'élève, l'apport sanguin va être successivement dérivé vers le vaisseau le plus haut en supprimant la vascularisation caudale<sup>18</sup>. Il est concevable qu'une anomalie spatiale ou temporelle dans le déroulement de la rotation/ascension combinée avec la mise en place de la vascularisation peut aboutir à une configuration urétéro-vasculaire défavorable entraînant une obstruction partielle.



**Figure 2: Ascension des reins et mise en place de la vascularisation rénale entre la 7<sup>ème</sup> et la 8<sup>ème</sup> semaine du développement embryonnaire.**

#### *1.2.4. A propos des vaisseaux polaires*

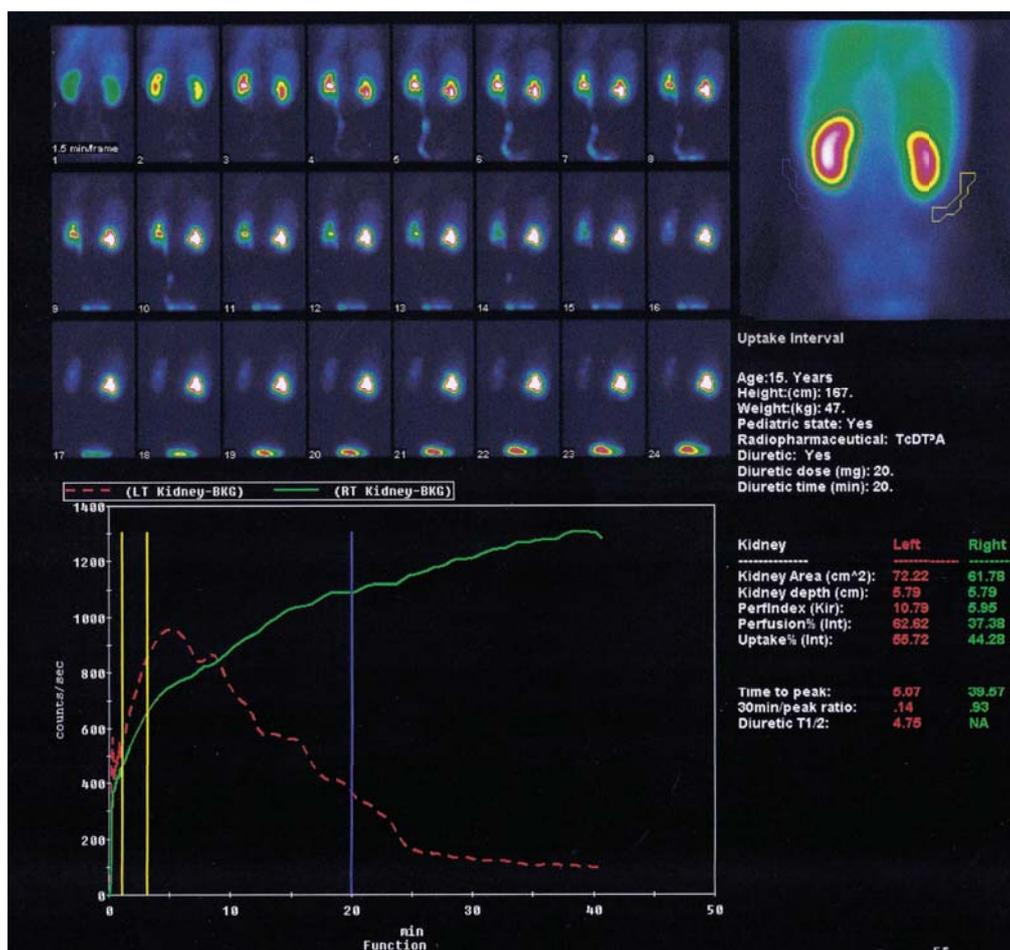
Avec les avancées de la chirurgie mini invasive et des approches endoscopiques dans le traitement des OJPU, les trois objectifs de l'imagerie sont de déterminer la présence et le degré de l'obstruction rénale, d'évaluer la fonction rénale et de déterminer la cause de l'obstruction. Il est important d'identifier la présence d'un vaisseau polaire car l'approche chirurgicale va être différente. Plusieurs études proposent une simple mobilisation et fixation du pédicule vasculaire croisant la JPU pour lever l'obstruction. Depuis quelques années, la pratique répandue de l'échographie prénatale a révolutionné la détection des hydronéphroses et a provoqué une conséquence démographique inattendue. La fréquence relative d'une obstruction extrinsèque de la JPU par un vaisseau polaire a semblé s'accroître chez l'enfant plus âgé. Dans l'ère précédant l'utilisation en routine de l'échographie prénatale, un vaisseau polaire était mis en cause dans seulement 10% de toutes les OJPU chez l'enfant<sup>2</sup>. De nos jours, la plupart des enfants présentant une sténose intrinsèque fixée sont détectés en période prénatale et traités dans la petite enfance, laissant le groupe avec une obstruction intermittente en rapport avec un vaisseau polaire se présenter plus tardivement. Rooks et Lebowitz<sup>19</sup> ont démontré qu'un vaisseau polaire était responsable de l'obstruction dans la moitié des cas chez des patients plus âgés dont l'hydronéphrose n'avait pas été diagnostiquée en prénatal.

### ***1.3. Imagerie de la jonction pyélo-urétérale et des vaisseaux polaires***

#### *1.3.1 Imagerie conventionnelle*

L'obstruction d'origine vasculaire de la JPU présente des particularités du point de vue de la clinique et de l'imagerie dans le spectre de l'hydronéphrose congénitale. Sa nature intermittente peut expliquer pourquoi elle est détectée un peu plus tard dans la vie<sup>19,20</sup>. Tout d'abord, l'échographie est réalisée comme examen de première intention chez des enfants présentant des symptômes tels que des douleurs abdominales ou lombaires, une hématurie, une infection urinaire, parfois une crise de colique néphrétique sur calcul. Elle identifie et mesure la dilatation du système collecteur. Par la suite, une scintigraphie rénale au Tc99m-Mercaptoacetyltriglycine (MAG3) est utilisée pour montrer une anomalie ou absence de drainage du pyélon rénal, mesurer la fonction rénale différentielle des deux reins, en utilisant ou non du furosémide. Ce dernier permet de confirmer la nature non fonctionnelle (ou organique) de l'obstacle avec persistance d'un retard d'élimination malgré l'injection du diurétique. La clairance du MAG3 est hautement corrélée au flux plasmatique rénal efficace et peut être utilisée comme une mesure indépendante de la fonction rénale. Après une injection intra veineuse, environ 40-50% du MAG3 est extrait par les tubules proximaux, puis sécrété

dans la lumière tubulaire. Le second radiotracteur le plus souvent utilisé en pratique clinique est le Tc99m-DiethyleneTriaminePentaAcetic Acid (DTPA) en raison de son coût moindre. Le MAG3 est de loin un meilleur agent diagnostique que le DTPA, surtout en période néonatale. La fraction d'extraction du DTPA est d'environ 20%, moins de la moitié du MAG3. Les courbes temps-activité sont produites pour chaque rein et la fonction rénale est évaluée par la pente de la fixation initiale du radiotracteur, le pic d'activité, le délai d'apparition du pic (time-to-peak) et les paramètres d'excrétion tubulaire.



*Figure 3 : Scintigraphie MAG3. Obstruction sévère du rein droit d'allure organique avec absence de vidange malgré l'injection de furosémide.*

Dans la population pédiatrique, l'expérience de l'imagerie préopératoire dans la recherche de vaisseaux polaires est limitée. Ceci peut refléter le manque d'impact à ce jour de l'identification de tels vaisseaux dans la prise en charge chirurgicale conventionnelle. Il n'y a pas eu notamment d'évaluation systématique du scanner chez l'enfant. L'échographie-Doppler couleur (EDC) sans produit de contraste a été évaluée, mais semble présenter une faible spécificité et reste très opérateur-dépendante <sup>3</sup>.

Chez l'adulte, la recherche de vaisseaux polaires est réalisée grâce à de multiples modalités d'imagerie comme l'artériographie <sup>21</sup>, l'échographie endoscopique <sup>22,25</sup>, l'EDC, le scanner avec injection de produit de contraste, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) avec injection de produit de contraste. Cependant l'artériographie et l'échographie endoscopique sont des actes invasifs qui ne sauraient être utilisés en pratique clinique courante pour la recherche de vaisseaux polaires, d'autant plus dans la population pédiatrique.

En 2003, Mearini et al <sup>26</sup>, ont conclu que l'échographie Doppler couleur était capable d'identifier les anomalies vasculaires liées à une OJPU. 21 patients ont bénéficié d'une EDC à la recherche de vaisseaux polaires, 11 vaisseaux polaires ont été détectés, 10 vrais positifs, 9 vrais négatifs, soit une précision diagnostique de 90,4%. Ils estiment que l'EDC est une technique fiable dans le diagnostic pré opératoire des vaisseaux polaires associés à une OJPU. Les limites de cette étude sont tout d'abord le petit nombre de patients inclus, l'omission de la localisation précise des vaisseaux et enfin le fait que toutes les investigations ont été réalisées par un seul et unique radiologue très expérimenté.

En 1999, Frauscher et al <sup>5,6</sup> ont trouvé des vaisseaux polaires chez 22 des 23 patients (96%) après confirmation laparoscopique en utilisant l'EDC avec injection de produit de contraste. L'EDC présente l'avantage d'être une technique non invasive et non irradiante. Cependant l'utilisation de cette modalité d'imagerie en première ligne dans la prise en charge d'une OJPU nécessite quelques remarques. Elle reste peu coûteuse uniquement si les résultats ne reviennent pas fréquemment non contributifs. Il est important de préciser la localisation précise des vaisseaux, et de distinguer les artères qui croisent immédiatement au contact de la JPU de celles qui passent à plus de 1-2mm. Souvent l'EDC ne permet pas de bien visualiser la JPU, et ainsi ne permet pas de discriminer un vaisseau venant directement au contact de celle-ci d'un vaisseau cheminant à distance. On ne peut donc se prononcer sur l'imputabilité de ce vaisseau comme origine de l'obstruction. En cas de dilatation intermittente, une bonne hydratation est nécessaire afin d'augmenter la sensibilité de l'examen.

L'échographie doppler couleur avec injection de produit de contraste est une technique récente, non utilisée en routine, avec une excellente valeur diagnostique<sup>27</sup>. Le produit de contraste, une suspension à base de galactose (*Levovist*®) est injecté en intra veineux à une concentration de 300 mg/ml de façon lente et continue à un débit moyen de 1 ml/min. En suivant, l'analyse en doppler couleur et doppler pulsé est réalisée. Ce dernier permet de différencier flux veineux et flux artériel. Cependant l'utilisation de ce produit reste limitée à l'adulte et l'adolescent de plus de 15 ans. En effet, aucune étude à ce jour n'a été réalisée chez l'enfant, il n'y a donc pas d'autorisation de mise sur le marché.

L'angioscanner des artères rénales semble être la technique la plus efficace pour détecter les vaisseaux polaires. Rouvière et al<sup>21</sup> ont publié une étude comparative entre l'artériographie conventionnelle et l'angioscanner et ont montré une sensibilité de 100% et une spécificité de 96,6% dans la détection des vaisseaux polaires par l'angioscanner. Une autre étude comparative entre le scanner et la corrélation peropératoire réalisée en 2003<sup>28</sup> a montré une valeur prédictive de 100%, une sensibilité de 91% et une spécificité de 91%. Mitsumori et al<sup>29</sup> ont conclu que l'angioscanner double phase (artérielle et veineuse) est utile à la décision thérapeutique en recueillant de multiples informations sur la présence, le nombre, le type et la localisation anatomique des vaisseaux polaires. En 2004, El-Nahas et al<sup>30</sup> ont montré que l'angioscanner multiphasique détecte avec précision les vaisseaux polaires avec une sensibilité de 97% et une spécificité de 92%. L'angioscanner multiphasique est rapidement devenu le gold standard dans l'évaluation de multiples pathologies abdominales. La rapidité des acquisitions permet de visualiser l'ensemble du réseau vasculaire sans artéfact de ventilation. Les images sont traitées par ordinateur permettant de générer des reconstructions 3D du système collecteur et du réseau vasculaire. L'angioscanner présente l'avantage d'être moins coûteux et moins invasif que l'artériographie conventionnelle<sup>31</sup>. De plus les reconstructions sont facilement interprétables par les chirurgiens et l'analyse des images demande moins d'expérience et de pratique pour le radiologue que les autres techniques. La principale limite de cette technique est l'exposition aux rayonnements ionisants, nécessitant parfois quatre phases différentes sur l'abdomen : sans produit de contraste pour voir les calculs spontanément hyper denses, une phase artérielle à 25-30 s après injection, une phase néphrographique entre 70 et 100 s et enfin une phase excrétoire entre 8 et 15 min. Dans la population pédiatrique, seulement deux phases sont réalisées : artérielle et néphrographique. Le second inconvénient est la nécessité d'une injection de produit de contraste avec les complications potentielles d'anaphylaxie et de néphrotoxicité. Dans l'étude de Mitterberger et al<sup>27</sup> sont comparés pour la première fois dans la littérature l'EDC, le scanner et l'IRM avec produit de contraste dans la détection des

vaisseaux polaires. Les auteurs ont conclu que l'EDC et l'IRM avec injection de produit de contraste ont une précision diagnostique de 100%, et de 96% pour le scanner.

Chez l'enfant, une étude a montré une élévation significative des index de résistance (IR) du côté pathologique par rapport au côté sain, se normalisant après correction de l'obstacle, cependant cette mesure peut être influencée par le rythme cardiaque, une anémie ou un syndrome inflammatoire<sup>4</sup>. Une autre étude récente rétrospective a montré une sensibilité de 85% et une spécificité de 80% dans la détection des vaisseaux aberrants dans une population de 19 enfants grâce à l'IRM avec utilisation de produit de contraste<sup>32</sup>. A ce jour, aucune étude n'a été publiée sur l'évaluation des techniques d'angioIRM sans injection de produit de contraste chez l'enfant.

### 1.3.2 *AngioIRM sans produit de contraste et séquence Time-SLIP*

La fibrose néphrogénique systémique (FNS) est une pathologie multisystémique rare pouvant être fatale, sans traitement spécifique, survenant dans un contexte d'altération de la fonction rénale. La forte association avec une injection de produit de contraste gadoliné a été démontrée à partir de 2006<sup>33,34</sup>, il devient indispensable de proposer une imagerie non invasive sans injection.

L'*American College of Radiology* a classé les produits de contraste dans différents groupes en fonction du risque de survenue de FNS<sup>35</sup>. Chez l'enfant, la survenue de FNS est également connue et impose, par prudence, de considérer l'utilisation de techniques sans injection de produit de contraste et d'autres méthodes non invasives<sup>36</sup>.

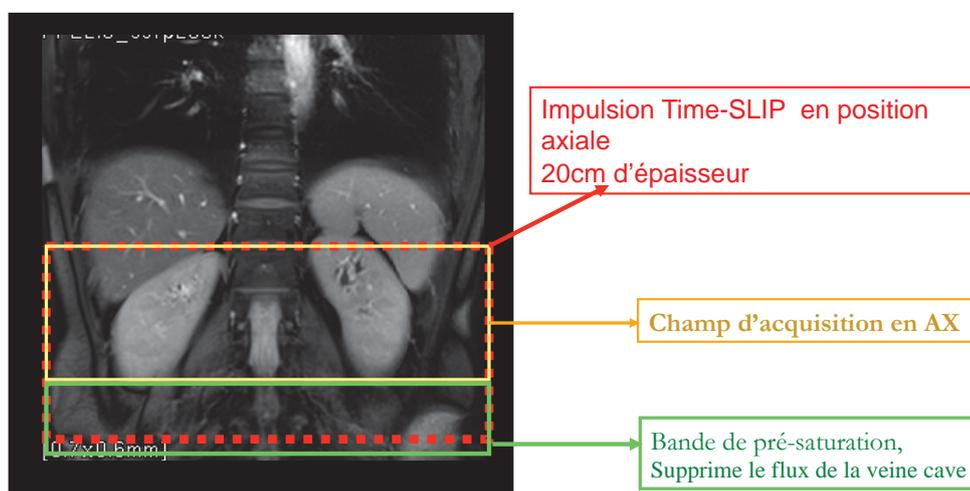
Différentes techniques permettent de visualiser les vaisseaux sans injection de produit de contraste : *Time of Flight* (TOF), *Phase Contrast* (PC), *True SSFP* (True FISP), *Fresh Blood Imaging* (FBI)<sup>37</sup>.

La technique du *Time-Spatial Labelling Inversion Pulse* (Time-SLIP) semble particulièrement adaptée à l'étude des artères rénales<sup>38,39,40,41,42</sup>. Elle consiste en un marquage sélectif d'une région cible pour éliminer tout le signal de la région ainsi excitée avec une impulsion d'onde de radiofréquence responsable d'une bascule de l'aimantation à 180°. Ensuite, s'effectue l'acquisition de l'image en fonction du BBTI (*Black Blood Time Inversion*), délai permettant d'obtenir le meilleur rapport signal/bruit en recrutant uniquement le signal des artères rénales. Des acquisitions dans les plans axial et coronal sont possibles, en 2D ou en 3D, avec des reconstructions MIP (*Maximum Intensity Projection*). Cette technique est généralement appliquée sur des séquences 3D *Balanced SSFP* (*Steady Step Free Precession*). Il convient

d'appliquer une bande de pré saturation pour éliminer le signal de la veine cave et de faire une acquisition en supprimant le signal de la graisse (*Fat Sat*). L'association d'une synchronisation cardiaque ou respiratoire est également possible. Il est nécessaire de placer avec précision la zone d'impulsion, le champ d'acquisition et la bande de pré saturation sous peine de la survenue d'une perte de signal ou de multiples artéfacts.

A)

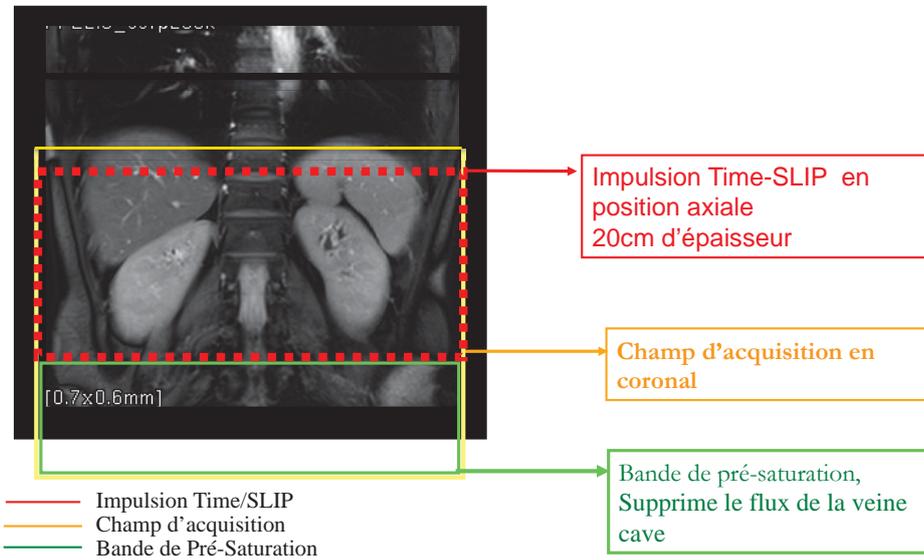
### Acquisition en coupes axiales



- Impulsion Time/SLIP
- Champ d'acquisition
- Bande de Pré-Saturation

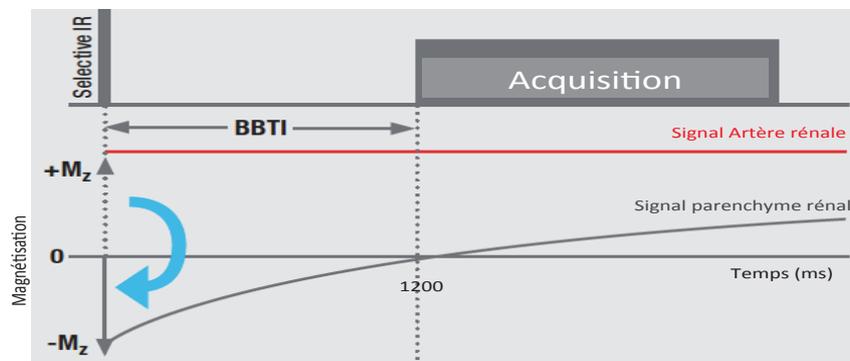
B)

### Acquisition en coupes coronales

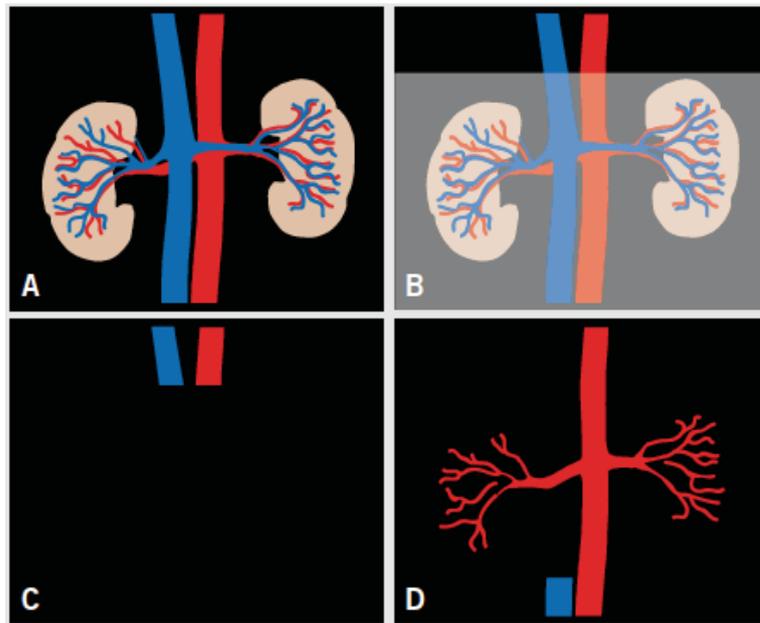


**Figure 4 :** Positionnement du champ d'acquisition, du champ d'impulsion et de la bande de pré-saturation dans les plans axial (A) et coronal (B).

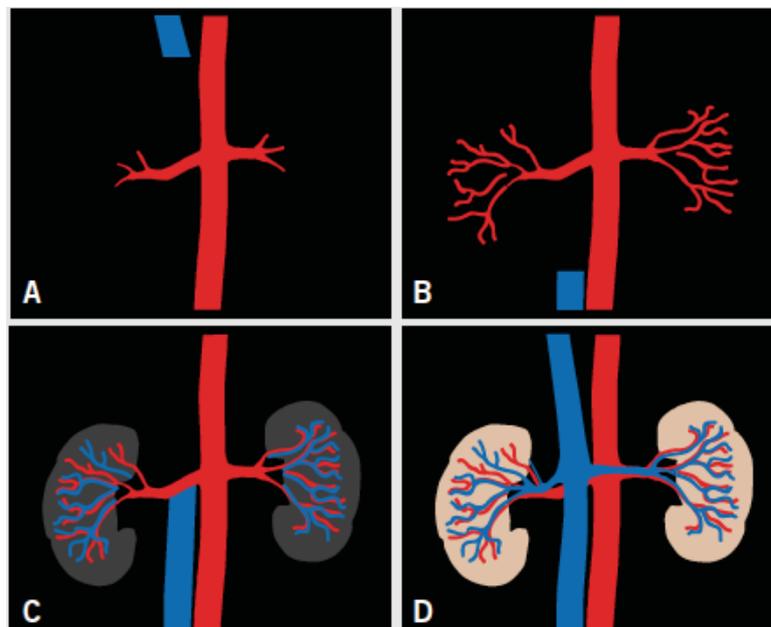
Le facteur le plus important de la séquence Time-SLIP est le BBTI. L'augmentation du BBTI permet d'augmenter le signal des artères rénales, mais également des tissus environnants notamment du parenchyme rénal. Il convient donc de trouver le bon rapport signal/bruit permettant de récupérer uniquement le signal des artères rénales. Le BBTI optimal est compris entre 1200 et 1500 ms pour les artères rénales <sup>43</sup>.



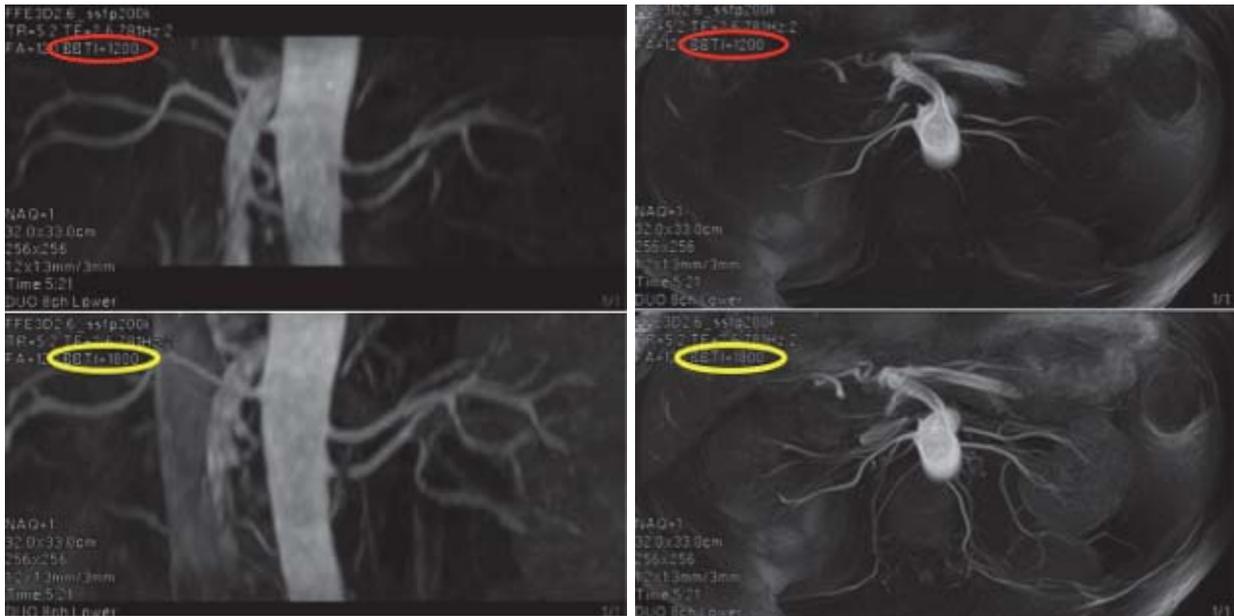
**Figure 5 :** Déroulement de la séquence Time-SLIP. Impulsion d'inversion initiale à 180° sur la région d'intérêt puis acquisition à 1200ms, temps optimal.



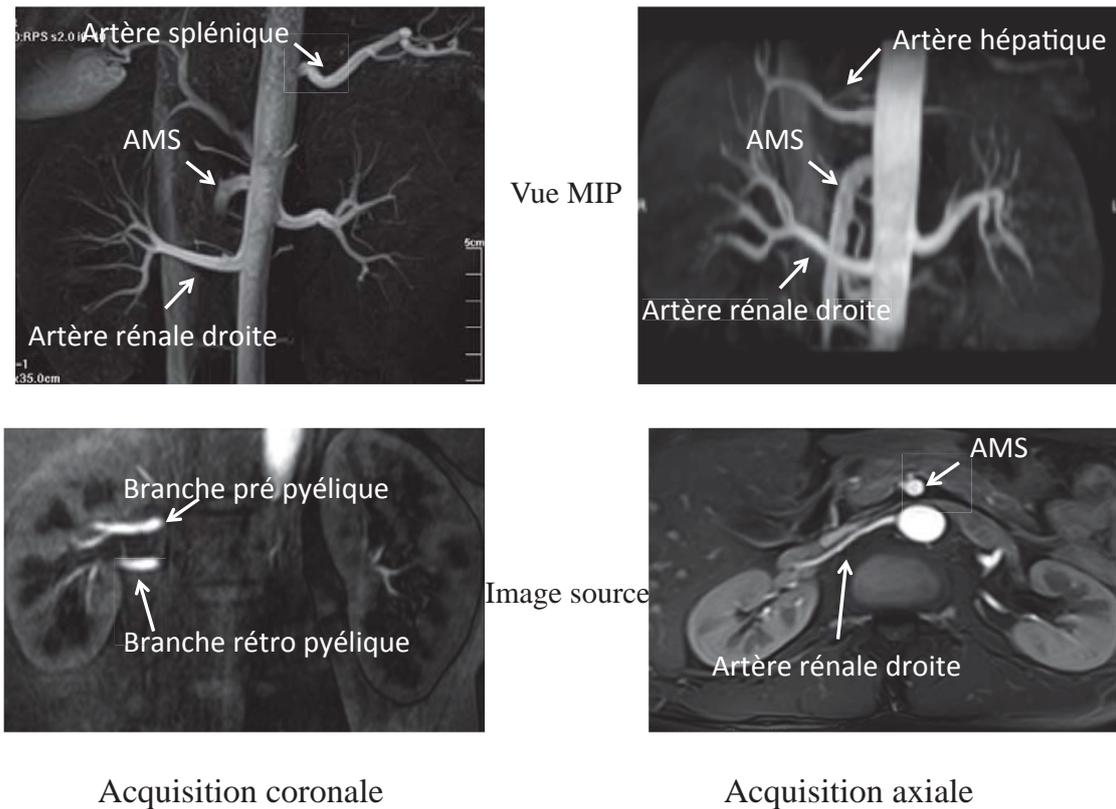
**Figure 6 : Etapes de la séquence Time-SLIP. A) Repérage de la région d'intérêt. B) En gris, repérage de la région cible pour l'impulsion d'inversion à 180°. C) Absence de signal dans la région soumise à l'impulsion d'inversion. D) Hypersignal artériel lors de l'acquisition au BBTI optimal, le flux sanguin entrant et circulant n'ayant pas subi l'impulsion d'inversion initiale.**



**Figure 7 : Exemples de cas en fonction du réglage du BBTI. A) BBTI trop court : cheminement insuffisant du flux sanguin entrant. B) BBTI optimal : signal dans les artères intra rénales. C) BBTI long : début du signal veineux et du bruit de fond. D) BBTI très long : signal veineux et bruit de fond parenchymateux en totalité.**



**Figure 8 : Majoration du signal des artères rénales mais également de la veine cave inférieure et du parenchyme rénal lors de l'augmentation du BBTi.**



**Figure 9 : Exemples de cas dans les plans axial et coronal et reconstructions MIP en séquence Time-SLIP.**

#### ***1.4. Prise en charge actuelle***

En pratique courante, seulement 25% des enfants présentant une OJPU de découverte anténatale ont recours à la chirurgie <sup>44,45</sup>. La difficulté clinique est d'identifier précocement ceux qui en auront besoin. Plusieurs critères sont utilisés pour sélectionner les patients. Ceux pouvant bénéficier d'une chirurgie précoce conservatrice présentent classiquement une triade associant une aggravation de l'hydronéphrose, une obstruction scintigraphique avec augmentation de la demie-vie, et/ou une altération de la fonction rénale différentielle <sup>45,46</sup>.

D'autres auteurs proposent une intervention précoce pour prévenir la perte irréversible de la fonction rénale <sup>47,48,49,50</sup>. Chez l'enfant un peu plus âgé ou l'adolescent, l'indication chirurgicale repose généralement sur la symptomatologie douloureuse abdominale, l'hématurie ou les infection urinaires. Toutefois, la découverte fortuite d'une OJPU chez le grand enfant peut rester problématique.

La pyéloplastie ouverte par voie trans ou rétro péritonéale est le gold standard dans la prise en charge d'une OJPU chez l'enfant. La laparoscopie chez l'enfant reste controversée en rapport avec un temps opératoire significativement plus long que la pyéloplastie ouverte <sup>51,52</sup>. Le taux de succès, le résultat fonctionnel et les suites chirurgicales semblent équivalents à la technique ouverte <sup>53</sup>. En revanche, il existe des avantages propres à la laparoscopie comme une convalescence plus courte, des douleurs moins importantes en post opératoire et un meilleur résultat esthétique. Une étude récente a montré que la pyéloplastie rétropéritonéale laparoscopique est une technique sûre, reproductible et efficace avec d'excellents résultats chez des enfants jusqu'à 1 an sans anomalie rénale de migration ou de fusion <sup>54</sup>.

Chez certains auteurs ayant étudié la pyélotomie endoscopique, la contribution des vaisseaux polaires comme seule étiologie de l'obstruction de la JPU est toujours controversée <sup>17,55,56,57</sup>. Toutefois, Van Cangh et al ont montré une chute significative du taux de succès opératoire après pyélotomie endoscopique passant de 86% chez les patients sans vaisseaux polaires à 42% chez les patients présentant des vaisseaux croisant près de la JPU. De plus, l'endopyélotomie expose à un risque accru d'hémorragie et de complications vasculaires décrites dans la littérature comme survenant dans 9 à 10% des cas <sup>58,59,60</sup>. Ces complications incluent l'hématurie macroscopique, les hématomes, les pseudo anévrysmes et les fistules artérioveineuses.

En 1949, Hellstrom a été le premier à décrire <sup>61</sup> la transposition supérieure d'un vaisseau polaire inférieur croisant la JPU et probablement responsable de l'obstruction. L'absence de

sténose intrinsèque ou d'autre élément compressif extrinsèque a contribué au succès de cette technique.

De nos jours, elle consiste à exposer le vaisseau polaire inférieur croisant la JPU via une approche trans péritonéale avec un patient en discret décubitus latéral. Trois trocars de 5mm sont utilisés. Le pédicule vasculaire est disséqué et détaché de la JPU, souvent engainé par une chape fibreuse. La JPU est minutieusement inspectée à la recherche d'une sténose intrinsèque et le péristaltisme est observé autour de la jonction. Le pédicule vasculaire est ensuite fixé en position céphalique bien à distance de la JPU en suturant le bassinnet de chaque côté du vaisseau en 2 ou 3 points résorbables sans tension.

En 2006, Godbole <sup>62</sup> estime que la transposition des vaisseaux polaires par abord laparoscopique est une bonne alternative à la pyéloplastie ouverte. Il s'agit d'une technique simple, au temps opératoire réduit sans complications sérieuses. Aucune anastomose ou pose de sonde double J temporaire ne sont nécessaires. En 2007, Stern <sup>63</sup> a démontré que la pression au sein du pyélon décroît significativement après vasculopexie en réalisant en per opératoire un test à l'eau (test de Whitaker). L'équipe de chirurgie pédiatrique du CHU de Toulouse a publié en 2015 une étude préliminaire portant sur 11 enfants dont 7 ont bénéficié d'une transposition de vaisseaux polaires sous laparoscopie transpéritonéale. Les résultats sont très satisfaisants avec une disparition ou diminution des symptômes ainsi qu'une régression de la dilatation chez tous les patients opérés (7/7) après un suivi moyen de 12,9 mois <sup>64</sup>.



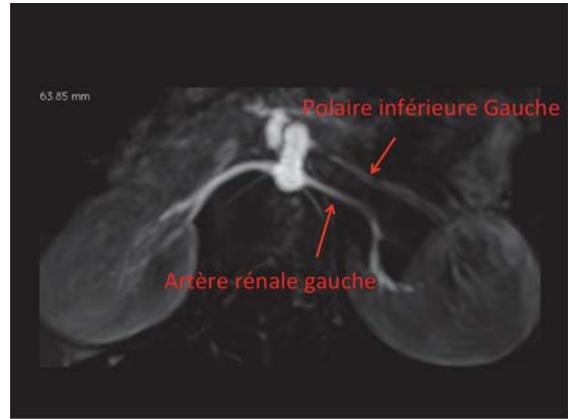
Axial Time-SLIP



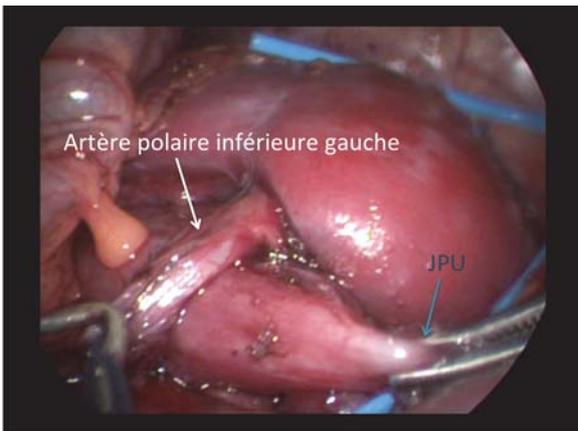
Axial T2 TSE



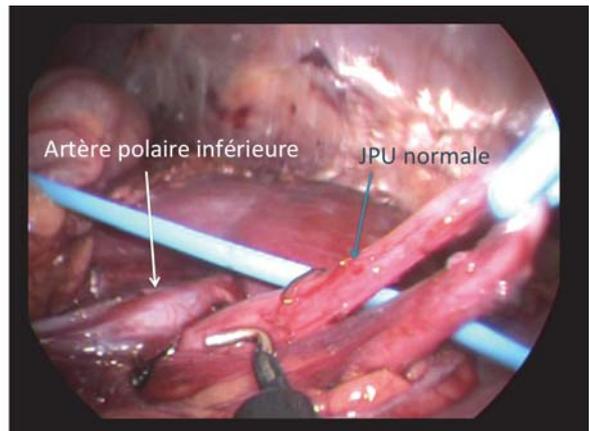
Axial Time-SLIP



Reconstruction axiale MIP Time-SLIP

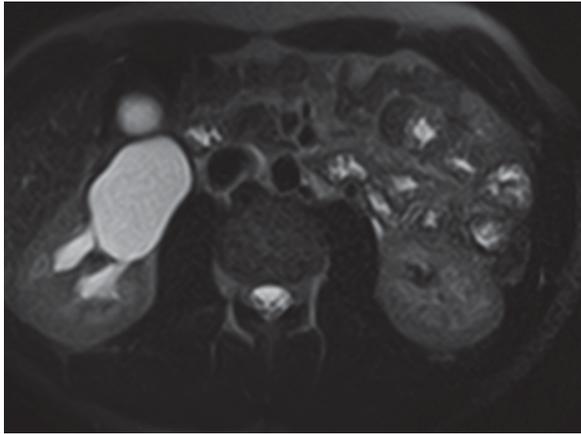


Vue per-opératoire  
Artère polaire inférieure gauche croisant le  
bassinnet après dissection



Vue per-opératoire  
Libération de la JPU qui ne présente  
pas d'anomalie morphologique

**Figure 10 : Exemple chez une enfant de 6 ans.**



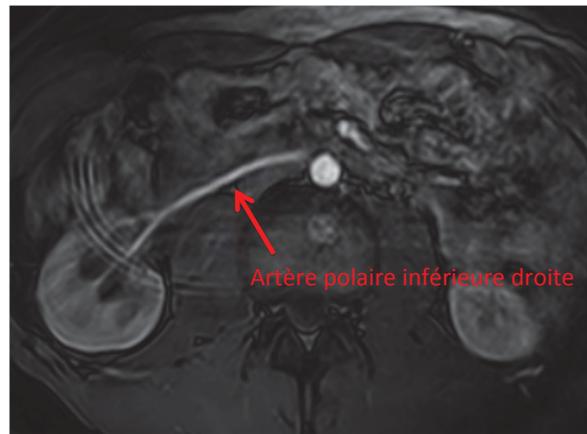
Axial T2 TSE



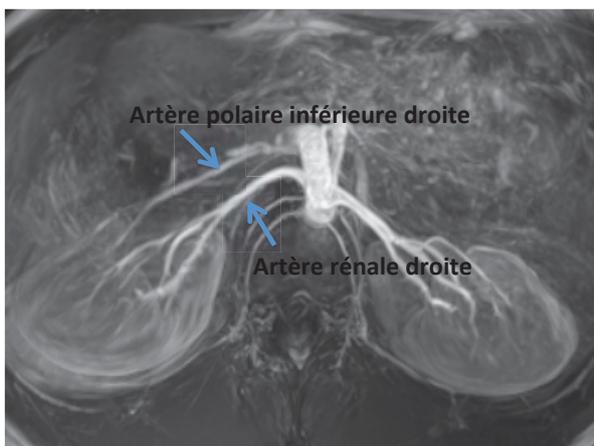
Coronal T2 TSE



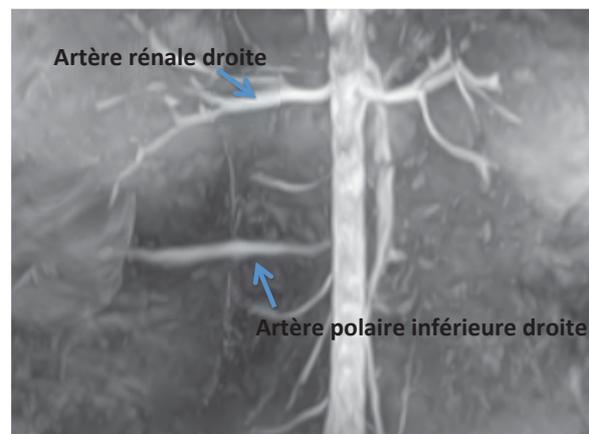
Axial Time-SLIP



Axial Time-SLIP



Reconstruction axiale MIP



Reconstruction coronale MIP

*Figure 11 : Exemple chez un enfant de 8 ans.*

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. *Etude*

Il s'agit d'une étude prospective mono centrique réalisée entre les mois d'août 2011 et novembre 2014 au sein de l'hôpital des enfants du CHU de Toulouse.

### 2.2. *Population*

Initialement 28 enfants ont été inclus et ont bénéficié d'une IRM. L'analyse finale porte sur un échantillon de 19 enfants opérés.

Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- Patient âgé entre 4 et 17 ans sans contre-indication à la réalisation d'une IRM.
- Echographie mettant en évidence une dilatation des cavités pyélocalicielles évocatrice d'un syndrome de la jonction pyélo urétérale.
- Scintigraphie rénale MAG3 ou DTPA pathologique avec obstruction.

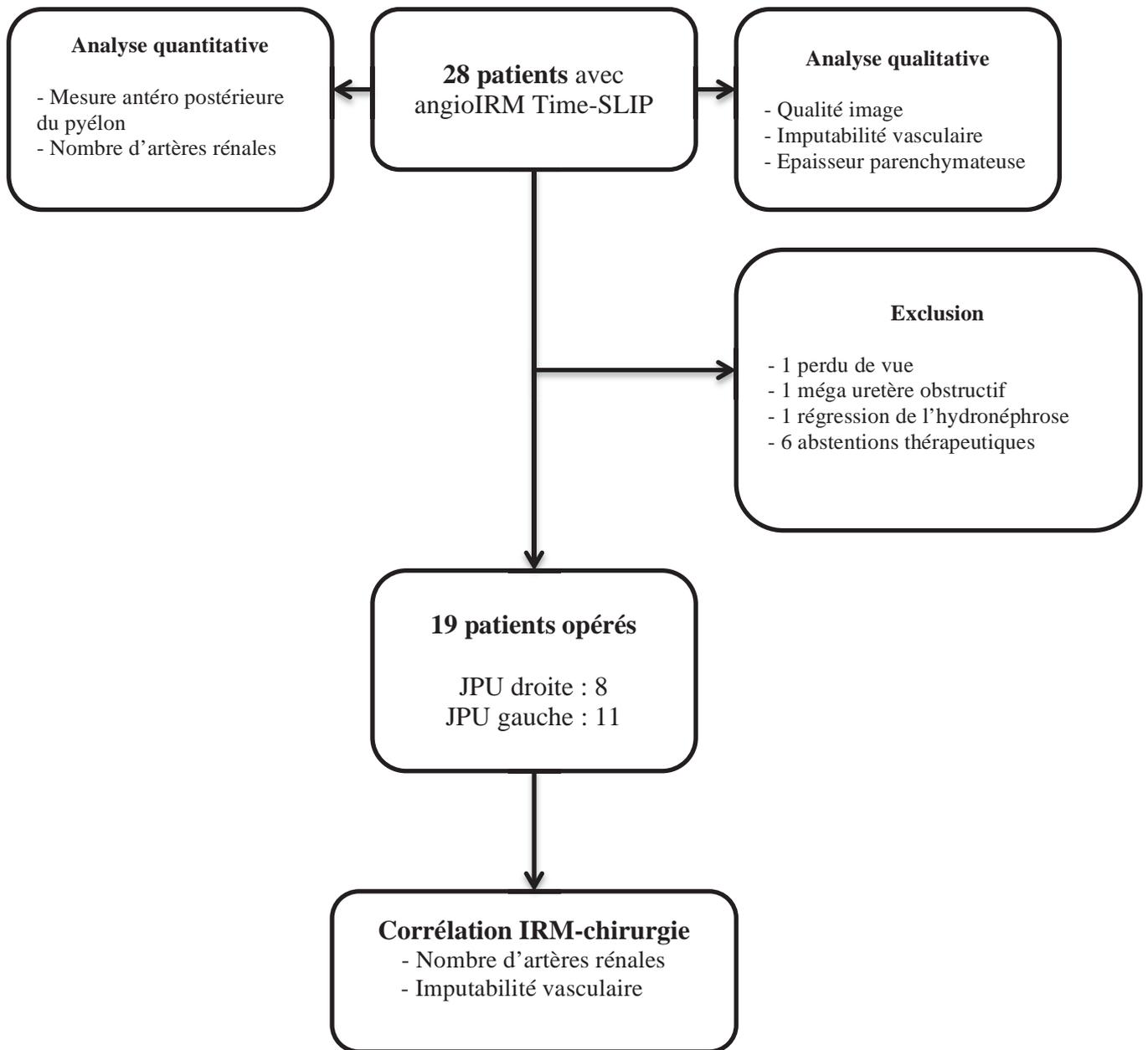
Les critères d'exclusion étaient les suivants :

- Antécédent d'hydronéphrose de découverte anténatale.
- Contre-indication à la chirurgie ou refus parental pour la réalisation d'une IRM ou d'une possible intervention chirurgicale.

Vingt huit enfants répondant à ces critères ont bénéficié d'une IRM (âge compris entre 4 ans 8 mois et 16 ans, âge moyen de 9 ans et 2 mois). 19 enfants ont eu recours à la chirurgie :

- un enfant a été perdu de vue après l'IRM en raison d'un départ à l'étranger.
- un enfant ne présentait plus de dilatation des voies excrétrices lors de l'IRM et une surveillance simple a été proposée compte tenu d'une faible obstruction à la scintigraphie.
- dans un cas l'IRM a redressé le diagnostic retrouvant un méga uretère obstructif.
- Chez 6 autres enfants il existait une stabilité dans le temps de la dilatation pyélique sans nouvel épisode de douleur ou d'infection, avec une faible obstruction à la scintigraphie sans altération de la fonction rénale : décision pluridisciplinaire d'une surveillance.

Tous les enfants ont bénéficié d'une scintigraphie rénale au Tc-99m-MAG3, dont 15 réalisées au sein du CHU de Toulouse. Toutes les scintigraphies réalisées étaient pathologiques avec une absence ou un ralentissement du drainage du bassinet de façon spontanée ou après administration de furosémide.



**Figure 12: Schéma d'étude**

### 2.3. Technique d'examen IRM

Aucune sédation, prémédication ni mise en place de cathéter n'ont été utilisées lors des examens. Ils ont tous été réalisés sur la même machine (*Toshiba Vantage Titan 1.5T, Japan*), le patient étant en décubitus dorsal au sein d'un champ magnétique de 1,5 Tesla. Après repérage des reins par les images scout, trois séquences sont réalisées :

- coronal T2 FASE
- axial T2 TSE
- Axial Time-SLIP avec reconstruction MIP.

	Coronal T2 FASE (Fast Spin Echo)	Axial T2 TSE (Turbo Spin Echo)	Axial Time-SLIP (3D SSFP)
TR (ms)	12600	3300	5,2
TE (ms)	80	90	2,6
Epaisseur (mm)	5	5	3
Matrice	256x256	256x256	256x256
Nombre de coupes	20	30	50
Temps acquisition	30 s	3 min	5 min 30 s
Option	Apnée	Gating respiratoire	Gating respiratoire

**Tableau 1 : Paramètres d'acquisition du protocole d'imagerie.**

#### 2.4. Analyse des images

Après anonymisation des examens, une première lecture des examens a été faite de façon indépendante par un radiologue junior et un radiologue sénior spécialisé depuis 7 ans en radiologie pédiatrique afin d'évaluer la variabilité inter observateur. Une seconde lecture a été effectuée par le radiologue junior 6 semaines plus tard afin d'évaluer la variabilité intra observateur.

Le degré d'hydronéphrose (classé selon les critères de la Society for Foetal Urology), associant la mesure antéro-postérieure du bassin et l'épaisseur parenchymateuse, a été analysé sur les séquences haute résolution pondérées en T2. L'épaisseur parenchymateuse était classée soit normale soit atrophique devant une dilatation harmonieuse des tiges calicielles avec un amincissement du cortex ou une asymétrie de l'épaisseur corticale par rapport au côté sain.

La qualité des images pour l'analyse vasculaire sur les séquences Time-SLIP a été classée en 3 catégories :

- bonne : bon contraste de l'ostium aux artères segmentaires.
- moyenne : signal faible dans les branches distales.
- médiocre : pas de contraste en distalité.

Le nombre d'artère a été noté, ainsi que leur localisation et le rapport avec la JPU. Ce dernier élément permet de se prononcer sur l'imputabilité des vaisseaux comme cause principale de l'obstruction. En effet, selon les données de la littérature, un vaisseau peut être classé comme obstructif s'il passe au contact de la JPU ou à moins de 2mm de celle-ci<sup>30,65</sup>.

### ***2.5. Technique chirurgicale***

Toutes les interventions ont été pratiquées par des chirurgiens spécialisés en pédiatrie avec au moins 3 ans d'expérience. Ils avaient accès aux images avant l'intervention et chaque dossier avait été discuté en réunion pluridisciplinaire médico-chirurgicale. Tous les patients ont bénéficié d'une laparoscopie transpéritonéale. Devant la présence d'un vaisseau polaire, et en l'absence d'anomalie de la JPU (aspect morphologique normal et péristaltisme visible après dissection du vaisseau), celui-ci est transposé en amont puis fixé sur la face antérieure du bassin.

Devant l'absence de vaisseau polaire, une pyéloplastie était réalisée.

### ***2.6. Analyse statistique***

La comparaison entre les données qualitatives IRM et les observations per opératoires ainsi que les variabilités inter et intra observateur ont été étudiées avec le coefficient  $\kappa$  de Cohen.

L'accord est considéré comme très faible pour un  $\kappa$  entre 0,0 et 0,20, faible entre 0,21 et 0,40, modéré entre 0,41 et 0,60, fort entre 0,61 et 0,80, presque parfait entre 0,81 et 1,00.

Un test de rang non paramétrique de Mann-Whitney ainsi que le coefficient de corrélation intra-classe ont été utilisés pour analyser le degré d'hydronéphrose en fonction de l'étiologie du SJPU.

Pour l'ensemble de l'étude, une valeur de  $p < 0,05$  était retenue comme significative (risque  $\alpha = 5\%$ ). Le logiciel utilisé était Medcalc 12.0 (Medcalc software, Inc. Mariakerke, Belgium).

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Caractéristiques de la population

Le groupe d'étude était composé de 10 filles et 9 garçons. On retrouvait une atteinte du rein droit chez 8 enfants et du rein gauche chez 11 enfants. Dans 17 cas, les reins présentaient une taille normale sans variante anatomique, dans deux autres cas il s'agissait d'un rein en fer à cheval et d'une obstruction du pyélon inférieur sur système double.

Paramètres	Moyenne
Age	9ans 2mois (4ans 8mois ; 16 ans)
Fille/Garçon	10/9
Douleur lombaire	18
Infection urinaire	4
Hématurie	0
Lithiase	0
JPU droite	8
JPU gauche	11
Vascularisation modale	7
Artère polaire inférieure	11
Branche segmentaire pré pyélique	1

**Tableau 2 : Caractéristiques de la population.**

#### 3.2 Qualité et faisabilité de l'examen

L'ensemble des IRM chez les 28 patients inclus initialement ont pu être réalisées jusqu'à leur terme sans interruption. La qualité a été estimée bonne dans 19 cas (68%), moyenne dans 6 cas (22%) et médiocre dans 3 cas (10%). Les examens dont la qualité était moyenne permettaient dans tous les cas d'identifier le nombre d'artères rénales, seul le signal intra rénal étant altéré. Pour les 3 cas médiocres : dans 1 cas l'examen a été complété par un angioscanner pour confirmer la présence d'une artère polaire inférieure. Dans le second cas, une artère polaire inférieure a été visualisée sur la séquence T2 axiale et il n'a pas été nécessaire de réaliser d'examen complémentaire. Enfin, le 3<sup>ème</sup> patient présentait une importante obstruction dans un contexte de rein en fer à cheval, il a été décidé en réunion pluri disciplinaire de réaliser la chirurgie sans autre examen complémentaire.

### 3.3 Sensibilité et spécificité

Après identification des différentes artères lors de l'analyse de la séquence Time-SLIP, les résultats ont été confrontés aux résultats per opératoires. Ceux-ci ont permis de mettre en évidence 11 vrais positifs, 1 faux négatif, 7 vrais négatifs et aucun faux positif. Ces éléments ont permis de calculer une sensibilité de 92% et une spécificité de 100%, une valeur prédictive positive de 100% et une valeur prédictive négative de 87,5%. Dans l'ensemble des cas où des vaisseaux polaires ont été identifiés (n=11), les deux observateurs ont conclu à une imputabilité directe de ces vaisseaux comme cause d'obstruction de la JPU. Dans un cas, une branche segmentaire pré pyélique de l'artère rénale a été identifiée responsable de l'obstruction car présentant un trajet descendant au contact immédiat de la JPU. Dans les autres cas de vascularisation modale (n=7), les observateurs ont conclu à l'absence d'imputabilité de vaisseau polaire comme étiologie du SJPU. Ces résultats ont été confirmés par la chirurgie sauf pour un cas où aucun vaisseau polaire n'avait été vu à l'IRM, et une artère polaire inférieure avait été visualisée en per opératoire. Il existe donc un degré de corrélation élevé entre les conclusions IRM et la chirurgie ( $\kappa = 0,89$ ).

### 3.4 Variabilité intra et inter observateur

#### 3.4.1 Variabilité intra observateur

Pour chacun des paramètres étudiés, le coefficient  $\kappa$  de Cohen a été calculé.

Paramètre étudié	Coefficient Kappa	Intervalle de confiance
Nombre d'artères rénales	0,957	0,873-1,000
Qualité de l'examen	0,789	0,586-0,993
Épaisseur parenchymateuse	0,781	0,553-0,998
Imputabilité vasculaire	0,929	0,791-1,000

**Tableau 3 : Variabilité intra observateur.**

En ce qui concerne les mesures du diamètre du bassinnet, le coefficient de corrélation intra classe est excellent : 0,986 (IC [0,970-0,993]).

### 3.4.2 Variabilité inter observateur

La variabilité inter observateur a été mesurée entre la 1ère lecture du radiologue junior et celle du radiologue sénior.

Paramètre étudié	Coefficient Kappa	Intervalle de confiance
Nombre d'artères rénales	0,911	0,797-1,000
Qualité de l'examen	0,714	0,506-0,922
Epaisseur parenchymateuse	0,588	0,322-0,854
Imputabilité vasculaire	0,857	0,666-1,000

**Tableau 4 : Variabilité inter observateur.**

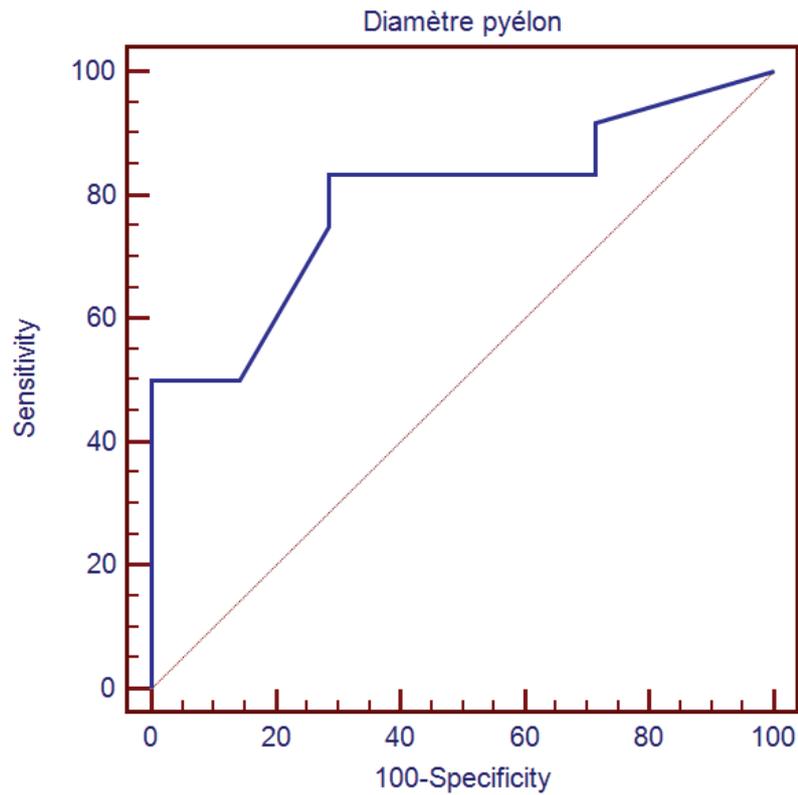
Compte tenu de l'accord modéré obtenu pour l'analyse de l'épaisseur parenchymateuse, la variabilité inter observateur a été mesurée entre la 2<sup>ème</sup> lecture du radiologue junior et la lecture du radiologue sénior, retrouvant un  $\kappa$  à 0,788 IC [(0,566 – 0,999)].

En ce qui concerne les mesures du diamètre du bassinnet, le coefficient de corrélation intra classe est excellent : 0,977 (IC [0,952-0,989]).

### 3.5 Analyse du degré d'hydronéphrose en fonction de l'étiologie

Nous avons recherché s'il existait une différence significative de dilatation des cavités pyélo-calicielles en fonction des différentes étiologies d'obstruction.

Le test non paramétrique de Mann-Whitney a permis de mettre en évidence une différence significative dans les deux groupes ( $p= 0,04$ ), avec une valeur seuil estimée à 20mm sur la courbe ROC [AUCROC = 0,792 (IC 0,547 - 0,942)].



*Figure 13 : Courbe ROC du diamètre du pyélon.*

Seuil	Sensibilité	IC95%	Spécificité	IC95%	+ LR	- LR
<b>13</b>	100,00	73,5-100,0	0,00	0,0-41,0	1,00	
> 13	91,67	61,5-99,8	28,57	3,7-71,0	1,28	0,29
> 17	83,33	51,6-97,9	28,57	3,7-71,0	1,17	0,58
> 20 *	83,33	51,6-97,9	71,43	29,0-96,3	2,92	0,23
> 22	75,00	42,8-94,5	71,43	29,0-96,3	2,62	0,35
> 25	50,00	21,1-78,9	85,71	42,1-99,6	3,50	0,58
> 28	50,00	21,1_78,9	100,00	59,0-100,0		0,50
> 44	0,00	0,0-26,5	100,00	59,0-100,0		1,00

*Tableau 5 : Seuils et coordonnées de la courbe ROC du diamètre antéro-postérieur du pyélon rénal (en mm) en fonction du statut sténose intrinsèque/sténose d'origine vasculaire.*

*\* Seuil correspondant à l'indice de Youden le plus élevé.*

### ***3.6 Suivi post opératoire***

Après un suivi moyen de 10,8 mois, tous les enfants opérés ont présenté une disparition complète des symptômes douloureux. Nous avons constaté une nette diminution de la dilatation des cavités pyélo-calicielles avec un diamètre moyen du pyélon estimé à 11,94 mm +/- 3,88 (6/20) contre 25,84 +/- 9,66 (13/44) en pré opératoire. Dans le groupe d'enfants ayant bénéficié d'une transposition des vaisseaux polaires (n=12), les mensurations étaient de l'ordre de 11,75 +/- 4,32 (6/29) en post opératoire contre 29,52 +/- 9,71 (13/44) en pré opératoire.

#### 4. DISCUSSION

La fréquence de la présence de VP relativement élevée dans notre population est en rapport avec les données de la littérature <sup>19,66</sup>. En effet, nous avons volontairement exclu les enfants ayant une hydronéphrose de découverte anténatale. Ceux-ci présentent le plus souvent une anomalie intrinsèque de la JPU et sont traités dans les premiers mois de vie. De plus, la clinique intermittente dans notre population est plus évocatrice d'une obstruction extrinsèque. On notera toutefois une proportion très légèrement plus importante de filles que de garçons, contrairement aux données de la littérature <sup>19</sup>, celle-ci pouvant être liée au faible effectif.

L'angioIRM sans produit de contraste par la séquence Time-SLIP détecte uniquement les artères, le système veineux présentant des vitesses de circulation trop faibles, alors que le scanner permet de bien visualiser les deux. Cependant dans l'expérience de l'équipe chirurgicale, les compressions extrinsèques par des vaisseaux polaires chez l'enfant sont exclusivement d'origine artérielle. Chez l'adulte, cela peut être différent <sup>65</sup> et pourrait s'expliquer par le caractère plus « compliant » de la paroi veineuse par rapport à la paroi artérielle, avec un effet moins « sténosant » et donc une présentation clinique plus tardive. Notre étude n'a retrouvé aucun cas de compression d'origine veineuse.

Toutes les artères polaires inférieures visualisées à l'IRM ont été retrouvées lors de l'intervention, il n'y a pas eu de faux positif. Seule une artère polaire inférieure n'avait pas été trouvée à l'IRM et a été mise en évidence lors de la chirurgie. Cela s'explique par la qualité médiocre de la séquence Time-SLIP chez ce patient pour lequel la visualisation d'un VP sur la séquence axiale T2 a fait réaliser en pré opératoire un angioscanner qui a confirmé la présence de ce vaisseau polaire. Dans notre étude, la sensibilité de l'IRM est de 92% pour une spécificité de 100%. Dans la littérature, l'angioscanner présente une sensibilité de 97% et une spécificité de 92% dans la détection de VP chez l'adulte <sup>30</sup>.

Concernant l'identification des artères rénales, il existe une très bonne corrélation intra et inter observateur avec des coefficients Kappa supérieurs à 0,90. Il en est de même pour la mesure du diamètre antéro postérieur du bassinnet ainsi que pour la conclusion de la responsabilité ou non des vaisseaux polaires comme origine de l'obstruction. Les coefficients de corrélation sont légèrement plus élevés en intra observateur, ce qui est concordant.

En revanche, l'accord est modéré en inter observateur pour la mesure de l'épaisseur parenchymateuse. Ceci peut s'expliquer par l'absence de critères quantitatifs pour mesurer l'épaisseur parenchymateuse, l'atrophie correspondant au grade 4 de la classification de

l'hydronéphrose de la SFU. L'analyse de la variabilité inter observateur avec la seconde lecture montre une hausse significative du Kappa, passant de 0,588 à 0,788 pouvant correspondre à une courbe d'apprentissage avec des analyses se rapprochant de celles du radiologue sénior. L'analyse secondaire du degré d'hydronéphrose a retrouvé une différence significative entre les deux étiologies. L'examen IRM n'étant pas réalisé pendant l'épisode douloureux, il aurait été concevable que l'on mette en évidence une dilatation plus importante du bassinet dans le groupe à sténose intrinsèque. Or les résultats montrent le contraire avec un diamètre plus important dans le groupe présentant un VP. L'interprétation de ces résultats est soumise à deux principaux biais, tout d'abord le faible effectif, notamment du groupe de JPU intrinsèque, puis également l'état d'hydratation qui n'a pas été contrôlé et diffère selon chaque patient.

Compte tenu des critères de qualité sélectionnés, la technique semble sous optimale avec un bon résultat chez 19 patients (68%), 6 examens moyens (22%) et 3 médiocres (10%). Plusieurs raisons peuvent expliquer ces résultats. Tout d'abord, il est probable que l'importance du réglage du BBTI et du positionnement des boîtes d'acquisition n'ait pas été assez soulignée auprès des manipulateurs en radiologie. Le manque de pratique pourrait être également un facteur important, compte tenu du petit nombre d'examen réalisé et du nombre important de manipulateurs travaillant sur cette IRM.

D'autre part, les critères de qualité étudiés sont ceux utilisés dans l'étude des sténoses des artères rénales<sup>38</sup> et concernent une population adulte, celle-ci respectant plus les consignes d'immobilité et de régulation de la respiration que la population pédiatrique. De même, la fréquence cardiaque plus élevée chez les enfants peut influencer le réglage du BBTI qui doit être optimal pour des images de qualité.

Enfin, l'objet principal de l'étude est de repérer les artères rénales et de les situer par rapport à la JPU. Même un examen de qualité moyenne permet de répondre aux attentes du chirurgien, peu importe le signal des artères intra rénales. Dans 3 cas (10%), la qualité médiocre n'a pas permis de conclure. Dans un cas, une artère polaire inférieure était très bien visible en séquence pondérée T2, ce qui confirme l'importance de cette séquence non seulement pour l'analyse du parenchyme et des voies excrétrices, mais également pour l'analyse vasculaire. Le second patient a bénéficié d'un angioscanner de contrôle mettant en évidence un vaisseau polaire. Le troisième a été opéré sans imagerie complémentaire compte tenu du syndrome obstructif important à la scintigraphie sur rein en fer à cheval, il s'agissait d'une anomalie intrinsèque de la JPU sans vaisseau polaire.

Le temps moyen de l'examen est d'environ 15 minutes en comptant le temps d'information et d'installation du patient. Ce temps d'examen est superposable à celui d'une échographie avec doppler des artères rénales<sup>6,5</sup>. Cet examen est très opérateur-dépendant et semble présenter une faible spécificité<sup>3</sup>.

L'acquisition scanner ne dure que 15 secondes. Il faut ajouter 1 minute pour la réalisation des scouts de repérage, un délai 30 secondes après le début de l'injection de produit de contraste, éventuellement un 2<sup>ème</sup> passage au temps néphrogénique, soit un total d'environ 2 à 3 minutes. Il faut également compter le temps de la mise en place de la voie veineuse et son ablation. Malgré une bonne sensibilité et spécificité et une excellente résolution spatiale<sup>21,30</sup>, l'angioscanner présente une irradiation trop importante pour une utilisation en routine clinique dans une population pédiatrique.

Concernant l'IRM avec injection de gadolinium, une étude récente rapporte un temps moyen d'examen de 25 à 30 minutes<sup>66</sup>.

En ce qui concerne le domaine socio-économique, l'accessibilité à l'IRM reste inférieure à celle de l'échographie, les cotations des actes par la sécurité sociale présentent quelques différences notables :

- échographie doppler : 71,82 €(JAQMOO2)
- angioscanner abdominopelvien : 125,64 €(ZCQH001 + FT 100%) + 24,76€si enfant de moins de 5 ans.
- IRM sans injection de produit de contraste : 243,61 €(ZCQN001 + FT 100%)
- IRM avec injection de produit de contraste : 243,61 €(ELQJ001 + FT 100%) + flacon de 5ml de gadolinium (26,11 €Dotarem®, 25,44 €Multihance®).

Le faible nombre d'examen rend acceptable pour la société le surcoût de cette technique par rapport aux bénéfices apportés.

Compte tenu des ces différents éléments, notre technique semble appropriée dans l'étude en routine clinique des vaisseaux polaires dans une population pédiatrique.

Le suivi à court terme montre d'excellents résultats chez 18 patients opérés, sans récurrence douloureuse ni infectieuse, avec une diminution de l'hydronéphrose et une amélioration de la vidange urinaire à la scintigraphie. On notera uniquement chez un patient ayant bénéficié d'une transposition d'un VP la survenue d'un nouvel épisode douloureux. Cette courte période de suivi post opératoire ainsi que la petite taille de l'effectif ne permettent pas d'affirmer la responsabilité des VP sur l'obstruction de la JPU ni de juger de l'efficacité de cette technique

chirurgicale. Cependant ces premiers résultats semblent encourageants et il semblerait que notre technique permette de sélectionner la technique chirurgicale la plus appropriée.

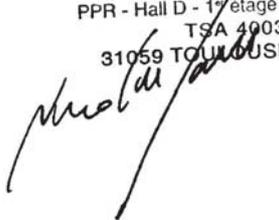
Dans l'avenir, nous proposons donc de réaliser en routine cet examen performant et non invasif dans l'exploration pré opératoire d'un syndrome de la jonction pyélo urétérale chez une population pédiatrique sélectionnée. Nous pouvons imaginer appliquer cette technique d'angioIRM sans produit de contraste à d'autres pathologies, notamment pour évaluer la vascularisation artérielle du greffon rénal des enfants transplantés, plus à risque de fibrose néphrogénique systémique. Nous pourrions également rechercher des sténoses de artères rénales en cas d'hypertension artérielle résistante, ou bien évaluer le réseau artériel hépatique chez des enfants greffés ou en attente de greffe.

## 5. CONCLUSION

Notre étude a démontré que l'IRM sans injection de gadolinium grâce à la séquence Time-SLIP est un outil performant dans la détection des vaisseaux polaires dans une population pédiatrique sélectionnée. Cette technique permet de s'affranchir des rayonnements ionisants, des risques liés à l'injection de produit de contraste et de la douleur de la perfusion. Enfin, elle est d'une aide précieuse dans le bilan pré opératoire afin de planifier la technique chirurgicale et de prévenir le risque hémorragique.

Le 18/02/15  
Du le Président

Professeur Nicolas SANS  
Chef de Service d'Imagerie Médicale  
PPR - Hall D - 1<sup>er</sup> étage - CHU Purpan  
TSA 49031  
31059 TOULOUSE Cedex 9



Vu permis d'imprimer  
Le Doyen de la Faculté  
de Médecine Purpan

J.P. VINEL



## BIBLIOGRAPHIE

1. Coley BD. *Caffey's Pediatric Diagnostic Imaging*. Elsevier Health Sciences; 2013.
2. Hoffer FA, Lebowitz RL. Intermittent hydronephrosis: a unique feature of ureteropelvic junction obstruction caused by a crossing renal vessel. *Radiology*. 1985;156(3):655–658.
3. Veyrac C, Baud C, Lopez C, Couture A, Saguintaah M, Averous M. The value of colour Doppler ultrasonography for identification of crossing vessels in children with pelvi-ureteric junction obstruction. *Pediatr Radiol*. 2003;33(11):745–751.
4. Riccabona M, Ring E, Fueger G, Petritsch P, Vilits P. Doppler sonography in congenital ureteropelvic junction obstruction. *European Journal of Ultrasound*. 1996;3(3):203–209.
5. Frauscher F. Value of contrast-enhanced color Doppler imaging for detection of crossing vessels in patients with ureteropelvic junction obstruction. *Radiology*. 2000;217(3):916–917.
6. Frauscher F, Janetschek G, Helweg G, Strasser H, Bartsch G, Nedden zur D. Crossing vessels at the ureteropelvic junction: detection with contrast-enhanced color Doppler imaging. *Radiology*. 1999;210(3):727–731.
7. Glockner JF, Vrtiska TJ. Renal MR and CT angiography: current concepts. *Abdom Imaging*. 2007;32(3):407–420.
8. Morita S, Masukawa A, Suzuki K, Hirata M, Kojima S, Ueno E. Unenhanced MR Angiography: Techniques and Clinical Applications in Patients with Chronic Kidney Disease. *Radiographics*. 2011;31(2):E13–E33.
9. Cunha GR, Battle E, Young P, et al. Role of epithelial-mesenchymal interactions in the differentiation and spatial organization of visceral smooth muscle. *Epithelial Cell Biol*. 1992;1(2):76–83.
10. Baskin LS, Hayward SW, Young P, Cunha GR. Role of mesenchymal-epithelial interactions in normal bladder development. *J Urol*. 1996;156(5):1820–1827.
11. Matsuno T, Tokunaka S, Koyanagi T. Muscular development in the urinary tract. *J Urol*. 1984;132(1):148–152.
12. Cussen LJ. The structure of the normal human ureter in infancy and childhood. A quantitative study of the muscular and elastic tissue. *Invest Urol*. 1967;5(2):179–194.
13. Cussen LJ. The morphology of congenital dilatation of the ureter: intrinsic ureteral lesions. *Aust N Z J Surg*. 1971;41(2):185–194.
14. Fenger C. I. Surgery of the Ureter. *Ann Surg*. 1894;20(3):257–296.
15. Park JM, Bloom DA. The pathophysiology of UPJ obstruction. Current concepts. *Urol Clin North Am*. 1998;25(2):161–169.

16. Mayo WJ, Braasch WF. Relation of anomalous renal blood vessels to hydronephrosis. *Journal of the American*. 1909.
17. Stephens FD. Ureterovascular hydronephrosis and the“ aberrant” renal vessels. *J Urol*. 1982.
18. Felix W. *The Development of the Urogenital Organs*. Manual of human embryology; 1912.
19. Rooks VJ, Lebowitz RL. Extrinsic ureteropelvic junction obstruction from a crossing renal vessel: demography and imaging. *Pediatr Radiol*. 2001;31(2):120–124.
20. Lowe FC, Marshall FF. Ureteropelvic junction obstruction in adults. *Urology*. 1984;23(4):331–335.
21. Rouvière O, Lyonnet D, Berger P, Pangaud C, Gelet A, Martin X. Ureteropelvic junction obstruction: use of helical CT for preoperative assessment--comparison with intraarterial angiography. *Radiology*. 1999;213(3):668–673.
22. Siegel CL, McDougall EM, Middleton WD, et al. Preoperative assessment of ureteropelvic junction obstruction with endoluminal sonography and helical CT. *AJR Am J Roentgenol*. 1997;168(3):623–626.
23. Keeley FX, Moussa SA, Miller J, Tolley DA. A prospective study of endoluminal ultrasound versus computerized tomography angiography for detecting crossing vessels at the ureteropelvic junction. *J Urol*. 1999;162(6):1938–1941.
24. Hendrikx AJM, Nadorp S, De Beer NAM, Van Beekum JB, Gravas S. The use of endoluminal ultrasonography for preventing significant bleeding during endopyelotomy: evaluation of helical computed tomography vs endoluminal ultrasonography for detecting crossing vessels. *BJU International*. 2006;97(4):786–789.
25. Zeltser IS, Liu JB, Bagley DH. The incidence of crossing vessels in patients with normal ureteropelvic junction examined with endoluminal ultrasound. *J Urol*. 2004.
26. Mearini L, Rosi P, Zucchi A, Del Zingaro M, Mearini E, Costantini E. Color Doppler ultrasonography in the diagnosis of vascular abnormalities associated with ureteropelvic junction obstruction. *J Endourol*. 2003;17(9):745–750.
27. Mitterberger M, Pinggera GM, Neururer R, et al. Comparison of contrast-enhanced color Doppler imaging (CDI), computed tomography (CT), and magnetic resonance imaging (MRI) for the detection of crossing vessels in patients with ureteropelvic junction obstruction (UPJO). *Eur Urol*. 2008;53(6):1254–1260.
28. Khaira HS, Platt JF, Cohan RH, Wolf JS, Faerber GJ. Helical computed tomography for identification of crossing vessels in ureteropelvic junction obstruction-comparison with operative findings. *Urology*. 2003;62(1):35–39.
29. Mitsumori A, Yasui K, Akaki S, et al. Evaluation of crossing vessels in patients with ureteropelvic junction obstruction by means of helical CT. *Radiographics*. 2000;20(5):1383–93– discussion 1393–5.

30. El-Nahas AR, Abou-El-Ghar M, Shoma AM, Eraky I, El-Kenawy MR, El-Kappany H. Role of multiphasic helical computed tomography in planning surgical treatment for pelvi-ureteric junction obstruction. *BJU International*. 2004;94(4):582–587.
31. Kumon H, Tsugawa M, Hashimoto H, Yasui K, Hiraki Y, Ohmori H. Impact of 3-dimensional helical computerized tomography on selection of operative methods for ureteropelvic junction obstruction. *J Urol*. 1997;158(5):1696–1700.
32. Ritter L, Götz G, Sorge I, et al. Significance of MR Angiography in the Diagnosis of Aberrant Renal Arteries as the Cause of Ureteropelvic Junction Obstruction in Children. *Rofo*. 2014.
33. Grobner T. Gadolinium--a specific trigger for the development of nephrogenic fibrosing dermopathy and nephrogenic systemic fibrosis? *Nephrol Dial Transplant*. 2006;21(4):1104–1108.
34. Marckmann P, Skov L, Rossen K, et al. Nephrogenic systemic fibrosis: suspected causative role of gadodiamide used for contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *J Am Soc Nephrol*. 2006;17(9):2359–2362.
35. Kanal E, Barkovich AJ, Bell C. ACR guidance document on MR safe practices: 2013. *Journal of Magnetic ...* 2013.
36. Weller A, Barber JL, Olsen OE. Gadolinium and nephrogenic systemic fibrosis: an update. *Pediatr Nephrol*. 2013.
37. Miyazaki M, Akahane M. Non-contrast enhanced MR angiography: Established techniques. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2012;35(1):1–19.
38. Parienty I. Angio IRM sans injection de produit de contraste pour l'exploration des arteres renales. *Journal de Radiologie*. 2008.
39. Utsunomiya D, Miyazaki M, Nomitsu Y. Clinical role of non-contrast magnetic resonance angiography for evaluation of renal artery stenosis. ... *journal: official journal ...* 2008.
40. Xu J-L, Shi D-P, Li Y-L, Zhang J-L, Zhu S-C, Shen H. Non-enhanced MR angiography of renal artery using inflow-sensitive inversion recovery pulse sequence: a prospective comparison with enhanced CT angiography. *Eur J Radiol*. 2011;80(2):e57–63.
41. Glockner JF, Takahashi N, Kawashima A, et al. Non-contrast renal artery MRA using an inflow inversion recovery steady state free precession technique (Inhance): comparison with 3D contrast-enhanced MRA. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2010;31(6):1411–1418.
42. Park SY, Kim CK, Kim E, Park BK. Noncontrast-enhanced magnetic resonance renal angiography using a repetitive artery and venous labelling technique at 3 T: comparison with contrast-enhanced magnetic resonance angiography in subjects with normal renal function. *Eur Radiol*. 2015;25(2):533–540.
43. Takahashi J, Tsuji Y, Hamada Y, Yoshida T. Non-contrast-enhanced renal MRA using time-spatial labeling pulse (t-SLIP) with 3D balanced SSFP. In:; 2007.

44. Josephson S. Antenatally detected, unilateral dilatation of the renal pelvis: a critical review. 1. Postnatal non-operative treatment 20 years on--is it safe? *Scand J Urol Nephrol.* 2002;36(4):243–250.
45. Ulman I, Jayanthi VR, Koff SA. The long-term followup of newborns with severe unilateral hydronephrosis initially treated nonoperatively. *J Urol.* 2000;164(3 Pt 2):1101–1105.
46. Koff SA, Peller PA, Young DC, Pollifrone DL. The assessment of obstruction in the newborn with unilateral hydronephrosis by measuring the size of the opposite kidney. *J Urol.* 1994;152(2 Pt 2):596–599.
47. Chertin B, Fridmans A, Knizhnik M, Hadas-Halperin I, Hain D, Farkas A. Does early detection of ureteropelvic junction obstruction improve surgical outcome in terms of renal function? *J Urol.* 1999;162(3 Pt 2):1037–1040.
48. Houben CH, Wischermann A, Börner G, Slany E. Outcome analysis of pyeloplasty in infants. *Pediatr Surg Int.* 2000;16(3):189–193.
49. Shokeir AA, El-Sherbiny MT, Gad HM, et al. Postnatal unilateral pelviureteral junction obstruction: impact of pyeloplasty and conservative management on renal function. *Urology.* 2005;65(5):980–5– discussion 985.
50. Tapia J, Gonzalez R. Pyeloplasty improves renal function and somatic growth in children with ureteropelvic junction obstruction. *J Urol.* 1995;154(1):218–222.
51. Peters CA, Schlüssel RN, Retik AB. Pediatric laparoscopic dismembered pyeloplasty. *J Urol.* 1995;153(6):1962–1965.
52. Braga LHP, Lorenzo AJ, Bägli DJ, et al. Comparison of flank, dorsal lumbotomy and laparoscopic approaches for dismembered pyeloplasty in children older than 3 years with ureteropelvic junction obstruction. *J Urol.* 2010;183(1):306–311.
53. Szavay PO, Luithle T, Seitz G, Warmann SW, Haber P, Fuchs J. Functional outcome after laparoscopic dismembered pyeloplasty in children. *J Pediatr Urol.* 2010;6(4):359–363. d
54. Blanc T, Muller C, Abdoul H, et al. Retroperitoneal laparoscopic pyeloplasty in children: long-term outcome and critical analysis of 10-year experience in a teaching center. *Eur Urol.* 2013;63(3):565–572.
55. Cain MP, Rink RC, Thomas AC, Austin PF, Kaefer M, Casale AJ. Symptomatic ureteropelvic junction obstruction in children in the era of prenatal sonography-is there a higher incidence of crossing vessels? *Urology.* 2001;57(2):338–341.
56. Gupta M, Smith AD. Crossing vessels. Endourologic implications. *Urol Clin North Am.* 1998;25(2):289–293.
57. Van Cangh PJ, Wilmart JF, Opsomer RJ, Abi-Aad A, Wese FX, Lorge F. Long-term results and late recurrence after endoureteropyelotomy: a critical analysis of prognostic factors. *J Urol.* 1994;151(4):934–937.

58. Nakada SY, Wolf JS, Brink JA, et al. Retrospective analysis of the effect of crossing vessels on successful retrograde endopyelotomy outcomes using spiral computerized tomography angiography. *J Urol*. 1998;159(1):62–65.
59. Thomas R, Steele R, Ahuja S. Complications of urological laparoscopy: a standardized 1 institution experience. *J Urol*. 1996;156(2 Pt 1):469–471.
60. Faerber GJ, Richardson TD, Farah N, Ohl DA. Retrograde treatment of ureteropelvic junction obstruction using the ureteral cutting balloon catheter. *J Urol*. 1997;157(2):454–458.
61. Hellstrom J, Giertz G, Lindblom K. [Pathogenesis and treatment of hydronephrosis]. *J Belge Urol*. 1951;20(1):1–6.
62. Godbole P, Mushtaq I, Wilcox DT, Duffy PG. Laparoscopic transposition of lower pole vessels--the “vascular hitch”: an alternative to dismembered pyeloplasty for pelvi-ureteric junction obstruction in children. *J Pediatr Urol*. 2006;2(4):285–289.
63. Stern JM, Park S, Anderson JK, Landman J, Pearle M, Cadeddu JA. Functional assessment of crossing vessels as etiology of ureteropelvic junction obstruction. *Urology*. 2007;69(6):1022–1024.
64. Abbo O, Patard P-M, Mouttalib S, et al. [Laparoscopic transposition of lower polar vessels for pyelo-ureteral junction obstruction: Preliminary experience]. *Prog Urol*. 2015;25(2):96–100.
65. Braun P, Guilabert JP, Kazmi F. Multidetector computed tomography arteriography in the preoperative assessment of patients with ureteropelvic junction obstruction. *Eur J Radiol*. 2007;61(1):170–175.
66. Calder AD, Hiorns MP, Abhyankar A, Mushtaq I, Olsen OE. Contrast-enhanced magnetic resonance angiography for the detection of crossing renal vessels in children with symptomatic ureteropelvic junction obstruction: comparison with operative findings. *Pediatr Radiol*. 2007;37(4):356–361.

## ANNEXES

PATIENT	AGE	DOULEUR	INFECTION	HEMATURIE	CALCUL	IRM	CHIRURGIE
1	6 ans 8 mois	oui	oui	non	non	Modale	Pyéloplastie
2	11 ans 5 mois	oui	non	non	non	Branche pré pyélique	Transposition
3	11 ans	oui	non	non	non	VP inférieur	Transposition
4	16 ans	oui	non	non	non	VP inférieur	Transposition
5	7 ans 3 mois	oui	non	non	non	VP inférieur	Transposition
6	6 ans 5 mois	oui	non	non	non	Modale	Pyéloplastie
7	12 ans	oui	non	non	non	VP inférieur	Transposition
8	6 ans 7 mois	oui	non	non	non	VP inférieur	Transposition
9	9 ans 6 mois	oui	non	non	non	VP inférieur	Transposition
10	10 ans 10 mois	oui	oui	non	non	VP inférieur sur système double	Transposition
11	6 ans 8 mois	oui	non	non	non	Modale	Pyéloplastie
12	8 ans 10 mois	oui	non	non	non	Modale	Pyéloplastie
13	12 ans 9 mois	oui	non	non	non	VP inférieur	Transposition
14	9 ans 2 mois	oui	non	non	non	Modale	Pyéloplastie
15	8 ans 5 mois	oui	non	non	non	Mauvaise qualité	Transposition
16	7 ans 5 mois	oui	non	non	non	VP inférieur	Transposition
17	7 ans 3 mois	oui	non	non	non	Modale	Pyéloplastie
18	6 ans	non	oui	non	non	Modale sur fer à cheval	Pyéloplastie
19	11 ans	oui	oui	non	non	VP inférieur	Transposition

Annexe 1 : Caractéristiques de la population opérée.

PATIENT	EP1J	EP2J	EP S	Q 1J	Q 2J	Q S	DP 1J	DP 2J	DP S	IMP1J	IMP2J	IMP S
1	2	2	2	1	1	1	28	26	27	0	0	0
2	1	1	1	2	1	1	15	15	15	0	0	0
3	2	2	2	1	1	1	17	17	17	1	1	1
4	1	1	1	3	3	3	34	35	35	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	12	12	12	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	21	21	22	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	38	35	36	1	1	1
8	1	2	2	1	1	1	25	26	27	1	1	1
9	1	2	2	1	1	1	20	20	22	0	0	0
10	1	1	1	1	1	1	25	25	25	1	1	1
11	2	2	2	1	1	1	25	25	25	1	1	1
12	2	2	2	2	2	2	44	47	44	1	1	1
13	2	2	2	2	2	1	30	34	32	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	13	14	13	0	0	0
15	2	2	2	2	2	2	20	22	20	0	0	0
16	1	1	1	1	1	1	22	26	18	1	1	1
17	1	1	1	2	1	1	18	21	22	0	0	0
18	2	2	2	1	1	1	10	15	11	1	0	0
19	2	2	2	3	2	2	9	9	10	0	0	0
20	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
21	1	1	2	2	2	1	20	23	24	0	0	0
22	2	2	2	1	1	1	19	20	20	0	0	0
23	1	1	2	3	3	3	13	15	14	0	0	0
24	2	2	2	2	2	2	38	38	38	1	1	1
25	1	1	1	2	2	2	13	14	13	0	0	0
26	1	1	2	3	3	3	25	26	17	0	0	0
27	1	1	1	1	1	1	40	39	37	0	0	1
28	1	2	2	2	2	2	44	43	43	1	1	1

Annexe 2 : Résultats des 3 analyses concernant l'épaisseur corticale, la qualité de l'examen, le diamètre antéro-postérieur du pyélon et l'imputabilité vasculaire.

En rouge les patients opérés, en noir les non-opérés.

1J = 1<sup>ère</sup> lecture junior, 2J= 2<sup>ème</sup> lecture junior, S= lecture sénior.

EP= épaisseur parenchymateuse ; Q= qualité ; DP= diamètre antéro-postérieur du pyélon ; IMP= imputabilité vasculaire.

PATIENT	NAR D 1J	NAR D 2J	NAR D S	NAR G 1J	NAR G 2J	NAR G S
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	2	2	2
5	1	1	1	2	2	2
6	1	1	1	2	2	2
7	2	2	2	1	1	1
8	2	2	2	2	2	2
9	1	1	1	1	1	1
10	3	3	2	2	2	2
11	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	2	2	2
13	1	1	1	2	2	2
14	1	1	1	2	2	2
15	1	1	1	1	1	1
16	2	2	2	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1
24	1	2	2	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1
27	2	2	2	1	1	1
28	1	1	1	2	2	2

Annexe 3 : Identification du nombre d'artères rénales droites et gauches lors des 3 analyses.

En rouge les patients opérés, en noir les non-opérés.

1J = 1<sup>ère</sup> lecture junior, 2J= 2<sup>ème</sup> lecture junior, S= lecture sénior.

NAR D= nombre d'artères rénales droites ; NAR G= nombre d'artères rénales gauches.

**EVALUATION DE L'ANGIO-IRM SANS INJECTION DE PRODUIT DE  
CONTRASTE DANS LE SYNDROME DE LA JONCTION PYELO-URETERALE  
CHEZ L'ENFANT**

---

**RESUME EN FRANÇAIS :**

**Objectif :**

Evaluer la sensibilité et la spécificité de l'angioIRM sans injection de produit de contraste dans la recherche de vaisseau polaire responsable d'une obstruction de la jonction pyélo-urétérale chez l'enfant. Etudier la variabilité intra et inter observateur de cette technique.

**Matériel et méthodes :**

Etude monocentrique prospective avec une population de 19 patients opérés entre août 2011 et novembre 2014.

**Résultats :**

Dans 7 cas, la vascularisation était modale, chez 11 enfants on retrouvait une artère rénale polaire inférieure, chez 1 enfant une branche artérielle pré pyélique croisant la JPU a été repérée. Pour identifier le nombre d'artères rénales, la qualité de l'examen a été satisfaisante dans 92% des cas. La sensibilité était de 92% et la spécificité de 100%. La concordance intra et inter observateur était excellente pour l'indentification des vaisseaux polaires ainsi que pour l'imputabilité vasculaire comme étiologie de l'obstruction.

**Conclusion :**

L'angioIRM sans injection de produit de contraste est une technique reproductible et efficace dans l'identification de vaisseaux polaires chez l'enfant présentant un syndrome d'obstruction de la jonction pyélo-urétérale.

---

**TITRE EN ANGLAIS :** Evaluation of non-contrast-enhanced renal MR angiography in children with symptomatic ureteropelvic junction obstruction.

---

**DISCIPLINE ADMINISTRATIVE :** Médecine spécialisée clinique

---

**MOTS-CLÉS :** syndrome de la jonction pyélo-urétérale ; AngioIRM, Time-SLIP, vaisseaux polaires

---

**INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :**

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

---

Directeur de thèse : Madame le Dr Julie VIAL