

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Faculté de Médecine
Département de
Médecine

كلية الطب
قسم الطب

THÈSE

*POUR L'OBTENTION DE DIPLÔME DE
DOCTORAT EN SCIENCES MÉDICALES*

**L'intérêt de la technique de Lich Gregoir
par voie laparoscopique dans le traitement
du reflux vésico- urétéral primitif.**

Présentée publiquement le 29/12/2025

Par le **Dr LATRECHE Samir**
Maître Assistant en Chirurgie Pédiatrique

Directrice de thèse :	Pr TOUABTI Souhem Laldja	Université Sétif 1
Président de jury :	Pr BENSEBTI Amina Amel	Université Constantine 3
Membres de jury :	Pr ADJERID Riad	Université Oran 1
	Pr SEBIE Abdelghani	Université Ouargla
	Pr BOUTRID Nada	Université Sétif 1
	Pr BENSLIMANE Hammou	Université Oran 1

Année Universitaire 2025-2026



DÉDICACES

Je dédie cette thèse



À Mon très Cher père,

Cette thèse est l'aboutissement du chemin que vous avez tracé pour moi, nourri de votre affection, de votre confiance et de votre soutien indéfectible tout au long de ma vie.

À vous, père, qui m'avez transmis les valeurs essentielles de travail, de respect et de générosité et qui avez fait de votre rêve le mien.

Puisse Dieu le Tout-Puissant vous accorde santé, longue vie et sérénité, afin que je puisse, à travers cette réussite, vous exprimer une infime part de ma gratitude et de mon amour.

À ma très chère mère,

À vous, maman, source inépuisable d'amour, de patience et de tendresse. Vous avez été ma première école, mon refuge et ma plus grande force. Vos prières, vos encouragements et vos sacrifices silencieux ont accompagné chacune de mes étapes jusqu'à l'aboutissement de cette thèse.

Puisse Dieu le Tout-Puissant vous accorde santé, bonheur et sérénité, en récompense de tout l'amour et la bienveillance que vous m'avez donnés.

À ma très chère épouse,

À toi, ma compagne de vie, qui as partagé avec patience et bienveillance chaque étape de ce long parcours.

Ta présence, ton amour et ton soutien constant ont été ma plus grande source de force et d'équilibre.

Tu as cru en moi lorsque le chemin semblait difficile, et cette réussite est autant la tienne que la mienne.

Puissions-nous continuer à avancer ensemble, dans la sérénité, la complicité et la gratitude envers Dieu qui nous a unis.





À mes enfants,

À vous, mes trésors et ma plus belle fierté.

Vous êtes ma source de joie, de motivation et d'espérance.

Chaque sourire, chaque regard et chaque moment partagé avec vous ont donné un sens à mes efforts et m'ont rappelé pourquoi il valait la peine d'aller jusqu'au bout.

Puissiez-vous toujours suivre le chemin de la connaissance, de la sagesse et de la bonté, sous la protection de Dieu le Tout-Puissant.

À mes frères et sœurs,

À vous, mes premiers compagnons de vie, qui m'avaient entouré d'affection, de soutien et de confiance.

Vos encouragements, vos prières et votre présence à mes côtés ont été pour moi une source constante de motivation et de réconfort.

Puissiez-vous trouver dans cette réussite un reflet de notre attachement familial et du chemin que nous avons parcouru ensemble, unis par l'amour et la fraternité.

À ma belle-famille

À vous, pour votre accueil, votre bienveillance et votre soutien tout au long de ce parcours.

Votre présence et vos encouragements ont contribué à rendre cette aventure plus sereine et plus humaine.

Je vous exprime toute ma gratitude pour votre confiance, votre affection et votre place précieuse dans ma vie.

À mes amis et collègues

J'exprime toute ma reconnaissance et ma sympathie à l'ensemble de mes amis et collègues, que je ne saurais citer individuellement de peur d'en oublier.

Qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude sincère et de mon estime pour leur présence, leur bienveillance et leurs encouragements constants.



REMERCIEMENTS



REMERCIEMENTS



À la mémoire du **Professeur Zineddine Soualili**

C'est avec une profonde émotion que je rends hommage à la mémoire du Professeur Zineddine Soualili, notre maître, formateur et chef de service, dont le souvenir demeure vivant dans nos esprits et nos cœurs.

Son exigence scientifique, son dévouement exemplaire envers ses élèves et son humanité rayonnante ont profondément marqué notre parcours. Par son enseignement, il nous a transmis l'amour du savoir, la rigueur du geste chirurgical et la noblesse du service rendu aux patients.

Puisse cette thèse être un humble témoignage de gratitude et de respect envers celui qui a tant donné à notre discipline et à notre formation.

Que Dieu le Tout-Puissant l'accueille dans Son vaste paradis et lui accorde Sa miséricorde éternelle.





À notre chère Maître et directrice de thèse ;

Le professeur TOUABTI Souhem

Je vous adresse mes remerciements les plus sincères pour m'avoir confié ce sujet et pour la confiance que vous m'avez témoignée tout au long de ce travail.

Votre rigueur scientifique, vos conseils avisés et votre bienveillance ont guidé chacune des étapes de cette recherche.

Veuillez recevoir l'expression de ma profonde estime et de mon respectueux attachement.

À Madame le Professeur Bensebti Amina Amel

Je vous exprime ma profonde gratitude pour l'honneur que vous me faites en acceptant de présider le jury de cette thèse. Veuillez trouver ici le témoignage de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

**À Monsieur le Professeur Adjerrid Riad ,
Membre du jury**

Je vous remercie très chaleureusement d'avoir accepté d'évaluer ce travail et de participer à ce jury de soutenance. Votre présence constitue pour moi un grand honneur et une marque d'estime à laquelle je suis profondément sensible.





**À Monsieur le Professeur Sebie Abdelghani,
Membre du jury**

Je vous remercie pour votre disponibilité et le temps précieux que vous avez consacré à la relecture de ce travail. J'ai été profondément touché par vos qualités humaines, votre écoute et votre bienveillance, qui ont grandement enrichi cette expérience scientifique et humaine.

**À Madame le Professeur Boutrid Nada,
Membre du jury**

Je vous exprime mes remerciements les plus respectueux pour l'honneur que vous me faites en acceptant d'évaluer cette thèse. Votre participation à ce jury est un privilège auquel je suis très sensible.

**À Monsieur le Professeur Benslimane Hammou,
Membre du jury**

Je vous remercie sincèrement d'avoir accepté d'examiner ce travail et d'apporter à cette soutenance votre regard éclairé et votre expérience. Votre participation à ce jury m'honore profondément.





Au Professeur Mahnane A. et au Professeur Choutri H.

Je vous exprime ma profonde reconnaissance pour l'orientation, les encouragements et la confiance que vous m'avez accordés tout au long de la réalisation de cette thèse. Votre disponibilité, votre rigueur scientifique et la clairvoyance de vos conseils ont constitué un guide essentiel dans la construction de mon raisonnement et de ma démarche académique. Vous avez été, chacun à votre manière, des modèles d'exigence et d'engagement, et je vous en suis profondément redevable.

À mes confrères et amis : Dr Bachir Cherif et Dr Louchene

Je tiens également à adresser mes sincères remerciements à l'ensemble de mes confrères pour leur soutien et leur fraternité. Mes pensées les plus chaleureuses vont particulièrement au **Dr Bachir Cherif** et au **Dr Louchene**, dont l'écoute, la disponibilité et l'esprit d'entraide ont accompagné chaque étape de ce travail. Leurs échanges stimulants et leur engagement constant ont représenté un appui précieux durant ces années de formation clinique et de recherche.

À Monsieur le Professeur François Varlet

Je vous remercie pour la générosité avec laquelle vous partagez votre savoir et votre passion pour la coelioscopie pédiatrique. Vos conseils, votre rigueur et vos orientations scientifiques m'ont profondément inspiré et m'accompagneront dans ma carrière chirurgicale.



TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACES	i
REMERCIEMENTS	iii
SOMMAIRE	vii
LISTE DES TABLEAUX	xiv
LISTE DES FIGURES	xix
ILLUSTRATIONS	xxii
ABRÉVIATIONS	xxiv

SOMMAIRE

Titre	Page
Chapitre I : INTRODUCTION.	1
REVUE DE LA LITTÉRATURE	
Chapitre II : HISTORIQUE.	1
1. Historique du reflux vésico urétéral	1
2. Historique de la technique de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale Lich Gregoir	2
2.1 Origine de la technique	2
2.2 Hommages et reconnaissance	2
2.3 Transition vers la chirurgie mini-invasive : l'avènement de la voie laparoscopique.	3
2.4 Révolution robotique : précision et ergonomie accrues.	3
Chapitre III : ÉPIDÉMIOLOGIE	4
1. Facteurs génétiques	4
2. Prévalence selon le sexe	4
3. Prévalence selon l'âge et le sexe	5
4. Prévalence selon l'origine ethnique	5
5. Prévalence selon la répartition géographique	5
Chapitre IV : RAPPEL EMBRYOLOGIQUE	7
Chapitre V : GÉNÉTIQUE	11
CHAPITRE VI : ANATOMIE CHIRURGICALE APPLIQUÉE À LA TECHNIQUE DE LICH-GREGOIR	13
Chapitre VII : PHYSIOLOGIE ET PHYSIOPATHOGÉNIE DU SYSTEME ANTI-REFLUX	19
Chapitre VIII : LA NÉPHROPATHIE DE REFLUX VÉSICO URÉTÉRAL	22
1. Définition, généralités	22
2. Épidémiologie	22

3. Aspects étiologiques	23
4. Histologie de la néphropathie du reflux vésico-urétéral	23
5. Les classifications de la néphropathie de reflux vésico-urétéral (NRVU) chez l'enfant	24
6. Retentissement de la néphropathie de reflux.	25
7. Évolution et pronostic	26
8. Implications thérapeutiques	26
Chapitre IX : DIAGNOSIC DU REFLUX VESICO-URETERAL.	27
I. Circonstances de découverte	27
1. En période anténatale	27
2. En post natale	27
II. Examens complémentaires	27
1. Les examens radiologiques	27
1.1. Cystographie mictionnelle : CUM (Cysto-Urétrogramme pendant la Miction).	27
1.2. Cystographie isotopique directe «CID»	28
1.3. Cystographie isotopique indirecte «CII»	28
1.4. Échographie rénale	28
1.5. Échocystographie de contraste	29
1.6. Urographie par résonance magnétique	29
1.7. Scintigraphie rénale au DMSA TC ⁹⁹	29
2- Examens biologiques et bactériologies	30
2.1 Examen cytot bactériologique des urines (ECBU)	30
2.2 La chimie urinaire par bandelette	31
2.3 Bilan biologique	32
III. Classification du RVU	33
1. Généralités	33
2. La classification internationale du reflux vésico-urétéral chez l'enfant	34
3. L'intérêt de la classification internationale des grades du reflux vésico-urétéral	34
IV. Complications du RVU	35
1. Néphropathie de reflux (NR)	35
2. Infections urinaires récidivantes	35
3. Hypertension artérielle	35
4. Insuffisance rénale	36
5. Autres complications	36
Chapitre X : RÔLE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE.	37
1. Apport de l'IA dans le diagnostic	37
2. Apport de l'IA dans la prédiction de l'évolution	37
3. Apport de l'IA dans la décision thérapeutique	37
4. Perspectives futures	38

Chapitre XI : MODALITÉS THÉRAPEUTIQUES.	39
1. Traitement médical	39
2. Traitement endoscopique	41
3. Circoncision	45
4. Traitement chirurgical conventionnel	46
4.1. Principes de la réimplantation	46
4.2. Voies d'abord	47
4.3. Classification des techniques	47
4.4 Techniques supra-hiatales	48
4.5. Techniques infra-hiatales	53
5. Traitement chirurgical laparoscopique	57
5.1. Approches intravésicales (Pneumovésicoscopie)	57
5.2. Approche extravésicale : Réimplantation urétéro-vésicale selon Lich-Grégoir par voie laparoscopique	62
6. Chirurgie robotique	64
6.1. Réimplantation urétéro-vésicale par voie extra-vésicale	65
6.2 Réimplantation urétéro-vésicale par voie intra-vésicale (pneumovésicoscopie)	66
Chapitre XII : LA DOULEUR POST-OPÉRATOIRE	67
1. Évaluation de la douleur post-opératoire chez les enfants âgés de 03 à 15 ans après réimplantation laparoscopique selon la technique de Lich Grégoir	67
2. Compréhension de la douleur post-opératoire chez l'enfant	67
3. Classification de la douleur post-opératoire	67
4. Évaluation de la douleur post-opératoire chez l'enfant de 3 à 5 ans	67
5. Gestion de la douleur post-opératoire	70
6. Surveillance et Réévaluation	71
Chapitre XIII : L'APPORT DES SIMULATEURS DANS L'APPRENTISSAGE DE LA TECHNIQUE DE LICH-GRÉGOIR PAR VOIE LAPAROSCOPIQUE	72
1. Introduction	72
2. Intérêt pédagogique du simulateur	72
3. Classification des simulateurs utilisés en urologie pédiatrique	72
4. Simulateurs validés pour la technique de Lich Grégoir laparoscopique	72
5. Performance et validation de la simulation	74
6. Intégration de la simulation dans les programmes d'apprentissage	74
-MÉTHODOLOGIE-	Page
I. Problématique	76
II. Objectifs de la recherche	76
1. Objectif principal	76
2. Objectifs secondaires	76
III. Protocole d'étude	76
1. Type d'étude	76
2. Lieu de l'étude	77

3. Définition du cas	77
4. Codification diagnostique	77
5. Calcul de la taille d'échantillon	77
6. Population d'étude	78
7. Critères d'éligibilité	78
7.1. Critère d'inclusion	78
7.2. Critères de non-inclusion	78
7.3. Critères d'évaluation et de jugement	79
7.4. Définition des résultats thérapeutiques	79
8. Sources de données	79
9. Variables exploitées	79
10. Suivi post-opératoire	80
11. Structures partenaires	80
12. Durée de l'étude	81
13. Méthode appliquée	81
13.1. Technique opératoire	81
13.2. Avantages techniques et fonctionnels	81
14. Déroulement de l'étude	81
14.1. Préparation préopératoire	81
14.2. Matériel chirurgical utilisé	82
14.3. Organisation du personnel au bloc opératoire	88
14.4. Technique opératoire	89
14.5. Simulation chirurgicale et apprentissage procédural en laparoscopie pédiatrique	95
14.6. Méthodes statistiques	96
Schéma général de l'étude	99
-RESULTATS-	
	Page
I. Données démographiques et générales	100
1. Répartition selon le sexe	100
2. Répartition selon les classes d'âge	100
3. Répartition selon la moyenne d'âge	101
4. Répartition selon l'âge et le sexe	101
5. Répartition selon le poids, la taille et l'indice de masse corporelle (IMC)	102
6. Répartition géographique des patients selon la commune et la wilaya de résidence	103
7. Répartition selon le lieu d'intervention	105
8. Répartition selon le niveau socio-économique	106
9. Répartition selon le délai de prise en charge et d'intervention	106
II. Données cliniques	107
1. Antécédents personnels et familiaux	107
2. Circonstances de découvertes	108
3. Répartition selon le germe en cause de la pyélonéphrite	109

4. Examen clinique	109
III. Données paracliniques	111
1. Échographie de l'arbre urinaire	111
2. Urographie cystographique rétrograde (UCRM)	113
3. Scintigraphie rénale (DMSA / DTPA)	114
4. Bilan biologique préopératoire	116
IV. Données opératoires	119
1. Données techniques opératoires	119
2. Disposition et caractéristiques des trocars	120
3. Difficultés opératoires et adaptation techniques	122
4. Conversion	123
5. Durée opératoire	123
V. Résultats radiologiques et scintigraphiques post opératoires	132
1 Échographie de l'arbre urinaire post opératoire	132
2. Urographie cystographique rétrograde postopératoire	139
3. Scintigraphie rénale postopératoire (DMSA / DTPA)	140
VI. Suites postopératoires immédiates et précoces	142
1. Suites postopératoires immédiates : prise en charge antalgique	142
2. Suites postopératoires immédiates : prise en charge anti-infectieuse.	145
3. Durée d'hospitalisation postopératoire	146
4. Complication per opératoire	147
5. Complications postopératoire précoce	147
-DISCUSSION-	
	Page
I. Justification du choix de la méthode thérapeutique : de la stratégie conservatrice à l'approche laparoscopique de Lich Grégoir	149
1. De la chirurgie ouverte aux stratégies conservatrices	149
2. Le traitement endoscopique : une alternative mini-invasive intermédiaire	150
3. L'avènement des techniques mini-invasives : vers la chirurgie laparoscopique	150
II. Justification de la méthodologie employée : principes, choix techniques et reproductibilité	151
III. Analyse des caractéristiques épidémiologiques de notre population d'étude	152
1. Analyse descriptive et comparative de l'effectif et de l'âge des enfants opérés : confrontation aux séries internationales	152
2. Analyse descriptive et comparative de la répartition selon le sexe des enfants opérés : confrontation aux séries internationales	153
IV. Analyse des caractéristiques cliniques de notre population d'étude	155
1. Analyse descriptive et comparative des antécédents personnels	155
2. Analyse descriptive et comparative des antécédents familiaux	157
3. Analyse descriptive et comparative des circonstances de découverte du reflux vésico-urétéral primitif	157
4. Analyse et justification du caractère primitif du reflux vésico-urétéral clinique et urodynamique	160

V. Analyse et justification des caractéristiques paracliniques	162
1. Analyse et justification des caractéristiques biologique et biochimie	162
2. Analyse et justification des caractéristiques de l'échographie rénale pré-postopératoire	163
3. Analyse et justification des caractéristiques de l'UCRM pré-opératoire	164
4. Analyse et justification des caractéristiques de la Scintigraphie rénale (DMSA statique et DTPA dynamique) pré-opératoire	165
5. Au final : mise en perspective critique avec la littérature des données radiologiques et fonctionnelles	167
VI. Analyse technique opératoire	168
1. Dispositif d'accès et optique	168
2. Trocars opérateurs	168
3. Ajustements techniques et principes de sécurité	169
4. Mise en perspective de notre expérience opératoire	172
VII. Sécurité peropératoire et efficience	173
1. Difficultés peropératoires et pertes sanguines	173
2. Durées opératoires : déterminants et courbe d'apprentissage	174
VIII. Suites précoces et contrôle infectieux	176
1. Analgésie postopératoire : paliers, schémas antalgiques et durées	176
2. Antibioprophylaxie et stérilité urinaire	177
3. Durée d'hospitalisation et complications postopératoires précoces	179
4. Analgésie postopératoire : schémas, paliers et corrélations démographiques	180
IX. Résultats radiologiques post-opératoires : évaluation morphologique et fonctionnelle	183
1. Echographie rénale de suivi séquentielle (1, 3, 6 mois) : évolution morphologique post-opératoire	183
2. Urétérocystographie rétrograde (UCRM) à 3 mois : évaluation anatomique du reflux (succès anatomique)	185
3. Scintigraphie rénale (DMSA/DTPA) à 1 an : stabilité fonctionnelle	188
X. Limites de la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique	189
XI. Approches mini-invasives du reflux vésico-urétéral primitif en Algérie	190
XII. Perspectives d'évolution de la prise en charge du reflux vésico-urétéral primitif	193
1. Réalisation de la réimplantation extravésicale de Lich-Grégoir par voie laparoscopique en chirurgie ambulatoire	193
2. Complémentarité des techniques mini-invasives	194
3. Intégration de la robotique pédiatrique	194
4. Formation, simulation et standardisation	194
5. Intégration régionale et recherche appliquée	194
XIII. Conclusion	195
XIV. Les dix recommandations	196
1. Renforcement du dépistage anténatal et postnatal	196
2. Structuration du traitement médical conservateur	196
3. Encadrement du traitement endoscopique	197
4. Promotion de la chirurgie mini-invasive laparoscopique	197

5. Généralisation des réunions de concertation pluridisciplinaire (RCP)	197
6. Intégration de la simulation médicale dans la formation	197
7. Organisation du suivi post-thérapeutique à long terme	197
8. Formation, coordination et sensibilisation des équipes paramédicales	198
9. Coordination des soins et travail en réseau	198
10. Développement de la recherche et collaboration interuniversitaire	198
RÉFÉRENCES	199
ANNEXES	216
RÉSUMÉS	225

Liste des tableaux
Partie « Revue de la littérature ».

N° Tableau	Titres	Page
Tableau 1	Distribution des fréquences de reflux en fonction de l'âge.	5
Tableau 2	FEATHER Association des anomalies de l'appareil urinaire avec des mutations génétiques connues ou probables (87).	12
Tableau 3	Classification fonctionnelle de la néphropathie de reflux.	24
Tableau 4	Classification histologique de la néphropathie de reflux.	25
Tableau 5	Classification pronostic de la néphropathie de reflux selon le risque d'insuffisance rénale chronique.	25
Tableau 6	Principaux germes retrouvés dans l'ECBU dans le diagnostic du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant.	31
Tableau 7	Paramètres évalués par bandelette et leur interprétation.	32
Tableau 8	Les antibiotiques proposés pour la prévention (11).	40
Tableau 9	Récapitulatif des techniques décrites en fonction du type de plastie anti-reflux et de la voie d'abord de l'uretère.	48
Tableau 10	Les niveaux de la douleur.	70

Liste des tableaux
Partie «Méthodologie - Résultats - Discussion ».

N° Tableau	Titre	Page
Tableau 1	Codes CIM-10 (OMS) du reflux vésico-urétéral.	77
Tableau 2	Répartition des patients selon le sexe.	100
Tableau 3	Répartition des patients selon l'âge.	100
Tableau 4	Paramètres descriptifs de l'âge au moment de l'intervention.	101
Tableau 5	Répartition des patients selon l'âge et le sexe.	101
Tableau 6	Paramètres descriptifs de l'âge au moment de l'intervention selon le sexe.	102
Tableau 7	Répartition des patients selon le poids.	102
Tableau 8	Répartition des patients selon la taille.	102
Tableau 9	Répartition des patients selon l'indice de masse corporelle (IMC).	103
Tableau 10	Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la commune de résidence (Wilaya de Sétif).	103
Tableau 11	Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la wilaya de résidence.	104
Tableau 12	Répartition des patients opérés selon le lieu d'intervention.	105
Tableau 13	Répartition des patients selon le niveau socio-économique.	106
Tableau 14	Répartition des patients selon le délai de prise en charge.	106
Tableau 15	Paramètres descriptifs du délai de prise en charge.	106
Tableau 16	Répartition des patients selon les antécédents personnels médicaux.	107
Tableau 17	Répartition des patients selon les antécédents personnels chirurgicaux.	107
Tableau 18	Répartition des patients selon les antécédents familiaux.	108

Tableau 19	Répartition des patients selon les circonstances de découverte du reflux vésico-urétéral primitif.	108
Tableau 20	Répartition des patients selon le germe identifié lors de la pyélonéphrite.	109
Tableau 21	Répartition des patients selon les données de l'examen urologique.	110
Tableau 22	Répartition des patients selon les données de l'examen neurologique et orthopédique.	110
Tableau 23	Répartition des patients selon les troubles digestifs associés.	111
Tableau 24	Répartition des patients selon la réalisation du catalogue mictionnel.	111
Tableau 25	Données statistiques de la taille des reins (mm) selon la première échographie réalisée au moment du diagnostic.	111
Tableau 26	Données statistiques de l'index cortico-médullaire (mm) selon la première échographie faite au moment du diagnostic.	112
Tableau 27	Répartition des cas selon les anomalies observées à la première échographie.	112
Tableau 28	Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la latéralité observée à l'UCR.	113
Tableau 29	Répartition des cas unilatéraux selon le côté atteint à l'UCR.	113
Tableau 30	Répartition des unités rénales selon le grade du reflux vésico-urétéral droit à l'UCR.	113
Tableau 31	Répartition des unités rénales selon le grade du reflux vésico-urétéral gauche à l'UCR.	114
Tableau 32	Répartition des anomalies détectées à la première scintigraphie rénale statique au DMSA.	114
Tableau 33	Répartition descriptive des stigmates cicatriciels observés à la première scintigraphie DMSA.	115
Tableau 34	Répartition des cas selon la fonction rénale relative (FRF) à la scintigraphie DMSA préopératoire.	116
Tableau 35	Tableau 34 : Répartition selon la différence de fonction rénale relative entre les deux reins.	116
Tableau 36	Répartition des cas selon les résultats de l'ECBU préopératoire.	117
Tableau 37	Données statistiques de la créatinémie chez les patients opérés.	117
Tableau 38	Répartition des cas selon l'urémie préopératoire.	117
Tableau 39	Données statistiques de l'urémie.	117
Tableau 40	Répartition des cas selon l'hémoglobinémie.	117
Tableau 41	Données statistiques de l'hémoglobinémie.	118
Tableau 42	Répartition des cas selon le taux de CRP.	118
Tableau 43	Données statistiques de la CRP.	118
Tableau 44	Répartition des cas selon le taux de leucocytes.	118
Tableau 45	Données statistiques du taux de leucocytes.	118
Tableau 46	Répartition des cas selon les résultats de la chimie urinaire préopératoire.	119
Tableau 47	Répartition des patients selon les résultats de l'examen uro-dynamique.	119
Tableau 48	Caractéristiques des trocars optiques utilisés pour la réimplantation urétéro-vésicale laparoscopique selon la technique de Lich-Grégoir.	120
Tableau 49	Caractéristiques des trocars opérateurs utilisés lors des réimplantations urétéro-vésicales laparoscopiques selon la technique de Lich-Grégoir.	121

Tableau 50	Caractéristiques du trocart opérateur supplémentaire lors des réimplantations urétéro-vésicales laparoscopiques selon la technique de Lich-Grégoir.	122
Tableau 51	Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon le degré de difficultés techniques peropératoire.	122
Tableau 52	Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la survenue d'une conversion per-opératoire.	123
Tableau 53	Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la durée de réimplantation unilatérale.	123
Tableau 54	Paramètres statistiques de la durée de réimplantation unilatérale (min).	123
Tableau 55	Répartition des durées opératoires selon le côté de l'atteinte (unilatérale droite ou gauche).	124
Tableau 56	Paramètres statistiques de la durée de réimplantation unilatérale selon le côté (min).	124
Tableau 57	Répartition des cas de reflux bilatéral selon la durée opératoire.	124
Tableau 58	Répartition des cas de reflux bilatéral selon la durée opératoire regroupée en deux classes.	125
Tableau 59	Paramètres statistiques de la durée de réimplantation bilatérale (min).	125
Tableau 60	Durée de réimplantation unilatérale (min) selon le sexe.	125
Tableau 61	Paramètres statistiques de la durée de réimplantation unilatérale (min) et le sexe.	125
Tableau 62	Paramètres statistiques de la durée de réimplantation des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la durée de réimplantation bilatérale (min) et le sexe.	126
Tableau 63	Paramètres statistiques de la durée de réimplantation des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la durée de réimplantation unilatérale (min) et l'âge des patients.	127
Tableau 64	Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la durée de réimplantation unilatérale (en minutes) et les tranches d'âge.	127
Tableau 65	Répartition simplifiée des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la durée de réimplantation unilatérale (en minutes) et l'âge.	127
Tableau 66	Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la durée de réimplantation bilatérale (en minutes) et l'âge des patients.	128
Tableau 67	Données statistiques descriptives de la durée de réimplantation bilatérale (en minutes) selon l'âge des patients	128
Tableau 68	Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la durée de réimplantation unilatérale (en minutes) et l'année d'intervention.	129
Tableau 69	Répartition annuelle de la durée moyenne d'entraînement sur pelvitraîner dans le cadre de la formation à la technique laparoscopique de Lich-Grégoir (2019–2024).	130
Tableau 70	Répartition des cas selon la réalisation de l'échographie rénale à un mois après la réimplantation urétéro-vésicale laparoscopique.	132
Tableau 71	Données statistiques de la taille des reins (mm) selon l'échographie réalisée à un mois.	132
Tableau 72	Données statistiques de l'index cortico-médullaire (ICM, mm) selon l'échographie réalisée à un mois.	133
Tableau 73	Répartition qualitative des anomalies échographiques observées à un mois.	133
Tableau 74	Données statistiques de la taille des reins selon l'échographie réalisée à trois mois.	134

Tableau 75	Données statistiques de l'ICM selon l'échographie réalisée à trois mois.	135
Tableau 76	Répartition qualitative des anomalies échographiques observées à trois mois.	135
Tableau 77	Données statistiques de la taille des reins selon l'échographie réalisée à six mois.	136
Tableau 78	Données statistiques de l'ICM selon l'échographie réalisée à six mois.	136
Tableau 79	Répartition qualitative des anomalies échographiques observées à six mois.	136
Tableau 80	Évolution échographique du rein droit au cours du suivi postopératoire.	137
Tableau 81	Évolution échographique du rein droit au cours du suivi postopératoire.	138
Tableau 82	Évolution échographique du rein gauche au cours du suivi postopératoire.	138
Tableau 83	Disparition du reflux côté droit à la deuxième UCR postopératoire.	139
Tableau 84	Disparition du reflux côté gauche à la deuxième UCR postopératoire.	139
Tableau 85	Persistance du reflux dans les atteintes unilatérales à l'UCR post opératoire.	139
Tableau 86	Côté de la persistance du reflux à l'UCR. post opératoire.	140
Tableau 87	Grade du reflux vésico-urétéral persistant du côté droit à la deuxième UCR.	140
Tableau 88	Répartition des résultats de la scintigraphie rénale statique (DMSA) en post-opératoire selon la fonction rénale relative.	140
Tableau 89	Répartition selon la différence fonctionnelle relative entre les deux reins à la scintigraphie DMSA en post-opératoire.	141
Tableau 90	Cas présentant des stigmates de néphropathie de reflux à la scintigraphie DMSA en post-opératoire.	141
Tableau 91	Résultats de la scintigraphie rénale dynamique (DTPA) en post-opératoire.	142
Tableau 92	Répartition des cas selon la prise d'antalgiques postopératoires.	142
Tableau 93	Répartition des cas selon la durée de la prise d'antalgiques postopératoires.	142
Tableau 94	Approches de gestion de la douleur dans les suites postopératoires.	143
Tableau 95	Répartition des cas selon le palier de la gestion de la douleur.	143
Tableau 96	Répartition selon le sexe et le palier antalgique postopératoire.	143
Tableau 97	Tableau 93 : Répartition selon l'âge et le palier de gestion de la douleur postopératoire.	144
Tableau 98	Répartition selon la durée de la prise antalgique et le palier de la douleur.	144
Tableau 99	Répartition des patients selon la prescription d'une antibiothérapie postopératoire.	145
Tableau 100	Répartition des cas selon le type d'antibiotiques administrés en postopératoire.	145
Tableau 101	Durée de l'antibiothérapie intraveineuse postopératoire.	145
Tableau 102	Répartition des cas selon les résultats de la chimie urinaire postopératoire.	146
Tableau 103	Répartition des cas selon la durée d'hospitalisation postopératoire.	146
Tableau 104	Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon le type de complications en per-opératoire.	147
Tableau 105	Répartition des cas selon la survenue d'une rétention urinaire temporaire dans les suites postopératoires.	147

Tableau 106	Répartition des cas selon la survenue de complications infectieuses précoces.	148
Tableau 107	Répartition des germes isolés en cas d'infection urinaire postopératoire.	148
Tableau 108	Effectif et âge moyen des enfants opérés selon les principales séries publiées.	154
Tableau 109	Répartition selon le sexe dans les principales séries de la littérature.	154
Tableau 110	Synthèse démographique globale des principales séries internationales.	155
Tableau 111	Antécédents personnels médicaux dans notre série et la littérature.	156
Tableau 112	Diagnostic anténatal du RVU selon la littérature.	160
Tableau 113	Diagnostic Bilan biologique préopératoire (cohorte étudiée).	162
Tableau 114	UCRM préopératoire.	165
Tableau 115	Confrontation synthétique avec la littérature internationale scintigraphie rénale pré opératoire.	166
Tableau 116	Comparaison des paramètres morpho-fonctionnels préopératoires entre notre série et les principales études de la littérature internationale sur la technique de Lich-Grégoir laparoscopique.	167
Tableau 117	Stratégie antalgique et comparaison avec la littérature.	177
Tableau 118	Antibiothérapie et chimie urinaire postopératoires : comparaison avec la littérature.	178
Tableau 119	Antibioprophylaxie et stérilité urinaire.	179
Tableau 120	Analgesie postopératoires.	182
Tableau 121	Échographie rénale : avant vs 1 mois après.	183
Tableau 122	Comparaison des taux de succès anatomique postopératoire selon les principales séries laparoscopiques extravésicales Lich-Grégoir.	187
Tableau 123	Comparaison internationale des taux de succès anatomique après réimplantation urétéro-vésicale selon la technique chirurgicale.	187
Tableau 124	Études algériennes comparatives sur le traitement mini-invasif du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant.	191
Tableau 125	Synthèse comparative : forces, limites et indications.	192

Liste des figures
Partie « Revue de la littérature ».

N° Figure	Titres	Page
Figure 1	Localisation du mésoderme intermédiaire/cordon néphrogénique (62).	7
Figure 2	Développement embryonnaire du système urinaire. Les flèches rouges cliquent la direction de la migration du métanéphros au cours de son développement. (Page 1149) (63).	7
Figure 3	Vue postérieure du sinus urogénital.	8
Figure 4	Canal vésico-urétral (paroi ventrale fenêtrée) (64).	8
Figure 5	Développement de la paroi postérieure du sinus uro-génital chez l'homme (64).	9
Figure 6	Développement de la vessie, de l'uretère et de l'urètre (64).	9
Figure 7	Bourgeon urétéral qui prend naissance trop bas sur le canal de Wolff entraînant une implantation trop haute et trop latérale de l'uretère dans la vessie.	10
Figure 8	Structure et vascularisation adventicielle de l'uretère (64).	13
Figure 9	Cavité péritonéale chez l'homme (vue supérieure, opératoire. Les anses intestinales sont refoulées dans l'abdomen) (64).	13
Figure 10	Organes génitaux internes féminins (vue supérieure, opératoire. Les anses intestinales sont refoulées dans l'abdomen) (64).	14
Figure 11	Système longitudinal adventiciel de l'uretère.	14
Figure 12	Vascularisation juxta et intramurale de l'uretère.	14
Figure 13	Rapports postérieurs de la vessie chez l'homme (vue postérieure) (64).	15
Figure 14	Organes du pelvis féminin ; pelvis et périnée : Vue postérieure (92).	16
Figure 15	Diagramme schématique des ligaments viscéraux et des espaces paraviscéraux pelviens chez la femme (vue supérieure) (64).	16
Figure 16	Diagramme schématique des ligaments viscéraux et des espaces paraviscéraux pelviens chez l'homme (vue supérieure) (64).	16
Figure 17	Constitution des plexus hypogastriques chez la femme (vue antéro-latérale droite) (64).	17
Figure 18	Plexus hypogastrique inférieur chez l'homme (64).	17
Figure 19	Représentation schématique d'un Trigone vésical normale. <i>Source : Averous /Progrès en urologie 1989</i>	18
Figure 20	Trigone vésical et jonction urétéro-vésicale (64).	19
Figure 21	Le trajet sous muqueux de l'uretère et l'emplacement du méat urétéral normal pathologique (113).	20
Figure 22	Les types de papilles.	23
Figure 23	Classification internationale du reflux vésico-urétéral (189).	34
Figure 24	Présentation du système permettant de distinguer le reflux vésico-urétéral de haut et de bas grade sur la base des images VCUG (214).	37
Figure 25	Des modèles prédictifs basés sur l'IA Diagnostic et Pronostic.	38
Figure 26	Étapes du traitement endoscopique du reflux vésico-urétéral en coupes (241).	42
Figure 27	Les sites d'injections. Méthode de HIT ou double HIT et Méthode de STING.	43

Figure 28	Technique de Hutch première manière(291).	48
Figure 29	La première technique de Mathisen (291).	49
Figure 30	Technique de Lich Gregoir (298).	50
Figure 31	Technique de Politano-Leadbetter.	51
Figure 32	Technique de Paquin (291).	51
Figure 33	Technique de Kuss-Chatelain (291).	52
Figure 34	Technique de Fielding (291).	52
Figure 35	Technique de Mathisen deuxième manière (291).	53
Figure 36	Technique de Bischoff (291).	53
Figure 37	Technique de Whiterington (291).	54
Figure 38	Technique de Brisset et Schulman (291).	54
Figure 39	Technique de Cohen (291).	55
Figure 40	Technique de Gil-Vernet	56
Figure 41	Technique de Innes Williams (291).	56
Figure 42	Technique de Huch deuxième manière (291).	56
Figure 43	Technique de Glenn-Anderson (291).	57
Figure 44	Trigonoplastie endoscopique selon Okamura.	58
Figure 45	Trigonoplastie endoscopique percutanée de Cartwright.	59
Figure 46	Technique de Gill.	61
Figure 47	Cohen par pneumovésicoscopie - technique opératoire.	62
Figure 48	(A, B) Schéma montrant les sites d'ouverture du péritoine lors d'une réimplantation urétérale RAL.	64
Figure 49	Robot chirurgical.	64
Figure 50	Réimplantation urétéro-vésicale robot assistée (315).	65
Figure 51	Technique de détrusorraphie extra-vésicale robotisée (345).	66
Figure 52	Placement des trocars en célioscopie robot-assistée.	66
Figure 53	Faces Pain Scale - Revised (FPS-R) (355).	68
Figure 54	Échelle des 4 jetons (356).	69
Figure 55	La règlette Échelle Visuelle Analogique (EVA).	70
Figure 56	Nouveau modèle de poulet pour la réimplantation (372).	73
Figure 57	Laparoscopic Simulator for Pediatric Ureteral Reimplantation (LAP-SPUR) (373).	73
Figure 58	Vue laparoscopique du LAP-SPUR (Laparoscopic Simulator for Pediatric Ureteral Reimplantation).	73

Liste des figures
Partie «Méthodologie - Résultats - Discussion ».

N°	Titre	Page
Figure 1	Répartition des patients selon le sexe,	100
Figure 2	Répartition des enfants opérés pour reflux vésico-urétéral selon les tranches d'âge et le sexe.	101
Figure 3	Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la commune de résidence dans la wilaya de Sétif.	104
Figure 4	Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la wilaya de résidence.	104
Figure 5	Distribution du temps de réimplantation urétéro-vésicale unilatérale en fonction du sexe des patients. Box plot.	126
Figure 6	illustre, sous forme de boîte à moustaches (box plot), la répartition des durées opératoires unilatérales en fonction de deux classes d'âge représentatives de la population étudiée.	128
Figure 7	Évolution de la durée moyenne de réimplantation unilatérale (en minutes) selon l'année d'intervention – courbe d'apprentissage opératoire.	129
Figure 8	Courbe d'apprentissage : évolution chronologique de la durée opératoire (en minutes) selon la date d'intervention (2019–2024).	130
Figure 9	Analyse graphique de la relation entre la simulation laparoscopique et la durée opératoire.	131

Tableau des illustrations

N° Illustration	Titre Illustration	Page
Illustration 1	Unité vidéo et Câble et la tête de caméra.	82
Illustration 2	Un système de lumière froide et Câble optique.	83
Illustration 3	Insufflateur de CO2.	83
Illustration 4	Moniteur HD.	83
Illustration 5	Trocart 05 mm à ballonnet.	84
Illustration 6	Trocart 05 mm.	84
Illustration 7	Trocart 05 mm à usage unique.	84
Illustration 8	Trocart 10 mm	84
Illustration 9	Trocart 3 mm	84
Illustration 10	Optique 05 mm 30°	84
Illustration 11	Optique 10 mm 30°	84
Illustration 12	Bipolaire 05 mm	85
Illustration 13	Pince fenêtrée atraumatique 03 mm	85
Illustration 14	Dissecteur 03 mm	85
Illustration 15	Dissecteur 05 mm	85
Illustration 16	Porte aiguille 05 mm	86
Illustration 17	Ciseaux Metzenbaum 03 mm	86
Illustration 18	Ciseaux Metzenbaum 05 mm	86
Illustration 19	Pince a clip 5 mm.	86
Illustration 20	Canule d'irrigation-aspiration laparoscopique (3 mm)	86
Illustration 21	Générateur électro-chirurgical haute fréquence.	87
Illustration 22	Système d'aspiration-irrigation.	87
Illustration 23	Réducteur.	87
Illustration 24	Lac en tissu.	87
Illustration 25	Plateau opératoire et instrumentation utilisée pour RUEL chez l'enfant.	88
Illustration 26	Le chirurgien à la tête du patient	88
Illustration 27	Le chirurgien se positionne du côté opposé du RVU et en cas d'atteinte bilatérale	89
Illustration 28	Installation du patient.	90
Illustration 29	Accès et abord laparoscopique.	91
Illustration 30	Mise en place des trocars opérateurs.	91
Illustration 31	D. Exploration initiale et repérage de l'uretère. E. Incision longitudinale du péritoine au-dessus de l'uretère.	92
Illustration 32	Étapes laparoscopiques de la dissection urétérale et de la suspension atraumatique.	93
Illustration 33	Dissection laparoscopique de l'uretère proximal.	94
Illustration 34	Création tunnel sous muqueux détrusorien.	94
Illustration 35	Mise en place du premier point au niveau du neo hiatus	95

Illustration 36	Fermeture du detrusor et vérification de la tension urétérale	95
Illustration 37	Simulateur personnel dédié à l'apprentissage de la technique de Lich-Gregoir par voie laparoscopique	96

Les abréviations

Abréviation	Signification
AAP	American Academy of Pediatrics
AINS	Anti-inflammatoires Non Stéroïdiens
ANH	HydroNéphrose Anténatale
ASP	Abdomen Sans Préparation
AUA	American Urological Association
AFU	Association Française d'Urologie
ATCD	Antécédents
BBD	Bladder and Bowel Dysfunction", dysfonction vésicointestinale
CAKUT	Congenital Anomalies of the Kidney and Urinary Tract
CAP	Continuous Antibiotic Prophylaxis (Antibioprofylaxie Continue)
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CID	Cystographie Isotopique Directe
CII	Cystographie Isotopique Indirecte
CMU	Cystographie Mictionnelle
CNN	Convolutional Neural Networks
CRP	C-Reactive Protein (Protéine C-réactive)
CUM	Cysto-Urétrogramme pendant la Miction
DAN	Diagnostic Anté Natal
DFG	Débit de Filtration Glomérulaire
DMSA	Dimercaptosuccinic acid (Acide Dimercapto –Succinique au Technétium ⁹⁹)
DTPA	Acide Diethylentriamine pentaacétique marqué au technetium ⁹⁹
MAG3	Mercapto-acéthyltriglycine marqué au technetium ⁹⁹
DNS	Différence Non Significative
DS	Différence Significative
EAU	European Association of Urology
ECBU	Étude Cyto-Bactériologique des Urines
EHS	Etablissement Hospitalier Spécialisé
EPH	Etablissement Public Hospitalier
ESPU	European Society for Pediatric Urology

FDA	Food and Drug Administration
HIT	Hydrodistension Implantation Technique
HTA	Hypertension artérielle
IA	Intelligence Artificielle
ICM	Index Cortico-Médullaire
IR	Insuffisance Rénale
IRC	Insuffisance Rénale Chronique
IRSC	International Reflux Study in Children
IRT	Insuffisance Rénale Terminale
UTI	urinary tract infection
IU	Infection Urinaire
IUF	Infection Urinaire Fébrile
LAP-SPUR	Laparoscopic Simulator for Pediatric Ureteral Reimplantation
NAPRTCS	North American Pediatric Renal Trials and Collaborative Studie
NR	Néphropathie de Reflux
NRVU	Néphropathie de Reflux Vésico-Urétéral
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PNA	Pyélonéphrite Aigue.
RVU	Reflux Vésico-Urétéral
RUEL	Reimplantation Urétéral Extravésicale Laparoscopique
STING	Sub-Ureteric Teflon Injection
SUG	Sinus Uro-Génital
TMP-SMZ	Trimethoprim- Sulfamethoxazole
TGF-β	Transforming Growth Factor beta
α-SMA	α -smooth-muscle actin
UCRM	Urétéro-Cystographie Rétrograde Mictionnelle
Uro-IRM	Urographie par Résonance Magnétique
VCUG (URCM)	Voiding Cysto-Urethro Gram (Uéthro Cystographie Rétrograde Mictionnelle)

INTRODUCTION

Chapitre I : INTRODUCTION.

Le reflux vésico-urétéral (RVU) est une anomalie urologique malformative la plus fréquente de l'enfant, définie par le passage rétrograde de l'urine de la vessie vers les uretères, voire les cavités pyélo-calicielles et le parenchyme rénal.

Cette pathologie fait partie du spectre des anomalies congénitales du rein CAKUT (1), révélée le plus souvent par des infections urinaires à répétitions, dans le cadre d'une pyélonéphrite aiguë fébrile mais chez un tiers des cas, il s'agit d'une dilatation des cavités pyélo-calicielles découvertes en anténatal, ou au cours d'un bilan post-natal voir une néphropathie chronique d'évolution silencieuse.

Le reflux vésico-urétéral pose un véritable problème de santé publique. Il constitue un facteur de risque de pyélonéphrite et l'association des deux provoque l'apparition de cicatrices rénales qui selon leur étendue peuvent être source de développement d'hypertension artérielle et d'insuffisance rénale représentant la quatrième cause de l'insuffisance rénale en âge pédiatrique nécessitant des séances de dialyse et la greffe rénale, seuls moyens permettant la survie (2),(3).

Le diagnostic précoce et une prise en charge adaptée s'imposent donc comme des priorités majeures en uropédiatrie pour éviter ces complications délétères sur le long terme.

Le traitement du RVU vise à prévenir les infections urinaires récidivantes, préserver la fonction rénale et éviter les lésions irréversibles. Les options thérapeutiques varient entre surveillance, antibioprophylaxie, injections endoscopiques de biomatériaux et chirurgie de réimplantation urétéro-vésicale.

L'antibioprophylaxie de longue durée est indiquée pour le reflux vésico-urétéral non compliqué et de bas grade, ainsi après une intervention chirurgicale pour le reflux compliqué et de haut niveau (4), (5).

Le fondement de la prescription de l'antibioprophylaxie reposait sur la possibilité d'une résolution spontanée accompagnée d'une maturation de la jonction urétéro vésicale (6),(7). Toutefois, ce traitement médical a été contesté en ce qui concerne son efficacité dans la prévention des récurrences d'infections urinaires et l'émergence de nouvelles cicatrices rénales (8),(9), le besoin d'une surveillance à long terme, le danger d'une non-observance du traitement par les parents (10),(11) ainsi que l'apparition possible de résistances aux antibiotiques (12),(13).

Parmi les différentes approches thérapeutiques interventionnelles du RVU, la chirurgie de réimplantation urétérovésicale extravésicale de Lich Grégoir s'est progressivement imposée comme une référence, alliant efficacité et préservation des structures neurovasculaires.

Avec l'évolution des techniques chirurgicales mini-invasives, l'abord laparoscopique de la réimplantation selon Lich Grégoir a ouvert de nouvelles perspectives avec l'avènement de la laparoscopie pédiatrique qui a bouleversé les standards chirurgicaux en offrant une alternative mini- invasive à la chirurgie ouverte, avec une réduction significative de la douleur postopératoire, de la durée d'hospitalisation, et une meilleure récupération esthétique et fonctionnelle.

Adaptée à la technique de Lich Grégoir, la voie laparoscopique permet une dissection fine et une implantation urétérale précise tout en préservant l'intégrité neurovasculaire, notamment dans les cas bilatéraux, chez lesquels la protection des nerfs pelviens est essentielle.

Cependant, la réalisation de cette procédure en laparoscopie chez l'enfant demeure un défi technique nécessitant une courbe d'apprentissage, une parfaite connaissance de l'anatomie pelvienne pédiatrique et une sélection rigoureuse des indications.

À ce jour, aucune étude n'a été réalisée en Algérie, sur l'apport extra-vésical intra-péritonéal par voie laparoscopique selon le principe de Lich Gregoir dans le traitement du RVU primitif chez l'enfant.

Cette thèse a pour objectif d'évaluer l'intérêt de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique dans le traitement du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant, à travers l'analyse de ses résultats fonctionnels, de sa sécurité opératoire et de sa morbidité.

Elle vise également à apprécier la faisabilité, à définir des critères d'opérabilité et de surveillance postopératoire, et à comparer cette approche mini-invasive aux techniques ouvertes, endoscopiques et laparoscopiques intravésicales, notamment au regard des données de la littérature et des séries algériennes publiées.

La réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon Lich-Grégoir par voie laparoscopique offre un taux de succès élevé et durable, avec une correction anatomique directe du reflux, tout en préservant les structures neuro-vasculaires. Comparée au traitement endoscopique, elle présente moins de récurrences, notamment pour les RVU de haut grade, et par rapport à la pneumovésicoscopie type Cohen, elle évite l'ouverture vésicale, réduit la morbidité postopératoire et favorise une récupération fonctionnelle plus rapide.

**REVUE
DE LA LITTÉRATURE**

Chapitre II : HISTORIQUE.

1. Historique du reflux vésico urétéral :

Le reflux vésico urétéral a été reconnu dès l'époque médiévale par Galien et Leonardo da Vinci (14) qui ont décrit pour la première fois le rôle de la valve vésico-urétérale.

En 1883, Semblinow a été le premier à prouver expérimentalement l'existence du reflux chez les chiens à travers ses recherches (15).

En 1893, Samuel-Jean POZZI en France fût le premier à identifier le reflux accidentellement chez un être humain lors de l'écoulement des urines de l'uretère distal au cours d'une intervention gynécologique (16).

Au début du siècle, en 1903 Sampson a exploré le reflux, mentionnant le rôle de la jonction urétéro-vésicale puis Kretschmer a poursuivi ces recherches en 1916, en menant des études comparatives sur les animaux.

En 1929 Gruber et Sampson ont observé les caractéristiques variables du trigone chez diverses espèces, soulignant l'importance d'un trajet oblique de l'uretère et d'un conduit sous-muqueux approprié, ainsi ils concluent à un mécanisme anti reflux passif (17).

En 1952, Hutch a établi le lien entre le reflux vésico-urétéral (RVU) et la pyélonéphrite chronique à travers ses recherches sur la physiopathologie du reflux chez les patients paraplégiques. Ce lien a ensuite été confirmé par les investigations anatomopathologiques réalisées par Bailey et Habib (18).

Ransley et Risdon, en 1975, ont démontré dans le prolongement des travaux de Tanagho de 1965 que l'élimination du toit du tunnel sous-muqueux chez les porcelets conduisait invariablement à l'apparition d'un reflux vésico-urétéral (19).

Le reflux, qui est présent à la naissance chez le singe Rhésus, un animal phylogénétiquement proche de l'homme, disparaît au fur et à mesure de la maturation vésicale. Cela plus rapidement si les urines sont stériles avec des spécificités du sexe (20).

En 1960, Hodson et Edwards ont été les premiers à démontrer le lien entre le reflux et la cicatrisation, en induisant le reflux chez des porcs (21).

Depuis 1926, la question du reflux vésico-rénal était abordée dans le rapport de Lepoutre lors du 26^{ème} congrès de l'Association Française d'Urologie qui s'est tenu à Paris. Ce n'est qu'en 1964 que Chauvin reprendra son étude devant la même association. La table ronde animée par J. Cukier en 1977 a dressé un bilan en France sur le reflux chez l'adulte et l'enfant.

Aux États-Unis, Bumpus a mené des recherches sur le reflux en 1924, suivi principalement par Campbell et d'autres de 1930 à la fin des années 1940-1950. Keyes et Fergusson ont également apporté leur contribution en 1936, tout comme Gibson en 1949 (22).

Cependant, les grandes phases de son étude commencent entre 1950 et 1975, abordant divers aspects anatomiques, physiopathologiques et thérapeutiques médicaux et chirurgicaux. Cette période a été marquée par des avancées significatives dans la compréhension des processus de l'impact parenchymateux rénal, la néphropathie « de reflux » (23).

2. Historique de la technique de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale Lich Gregoir :

2.1 Origine de la technique :

La réimplantation urétéro-vésicale extravésicale a été initialement décrite en 1961 par Robert Lich Jr. et Lonnie Howerton, deux urologues américains de l'université de Louisville. Ils proposent une technique permettant de corriger le RVU sans ouvrir la vessie, par une dissection soigneuse de l'uretère et la création d'un tunnel antireflux dans le muscle détroisor (24).

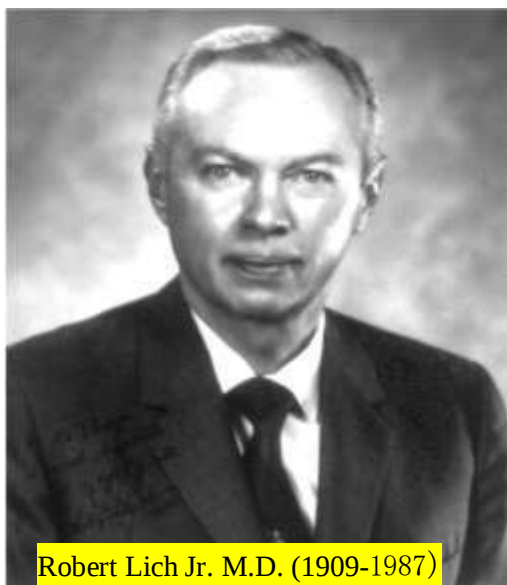
Par la suite, cette technique a été adaptée et perfectionnée par le chirurgien urologue belge Willy Grégoir (1920–2000), chef de service au CHU Brugmann de Bruxelles, qui publia en 1964, avec Lebech, une série sur le traitement du reflux vésico-urétéral congénital par voie extravésicale (25).

La combinaison des deux approches donne naissance à ce qui est aujourd'hui connue comme la technique de Lich-Grégoir.

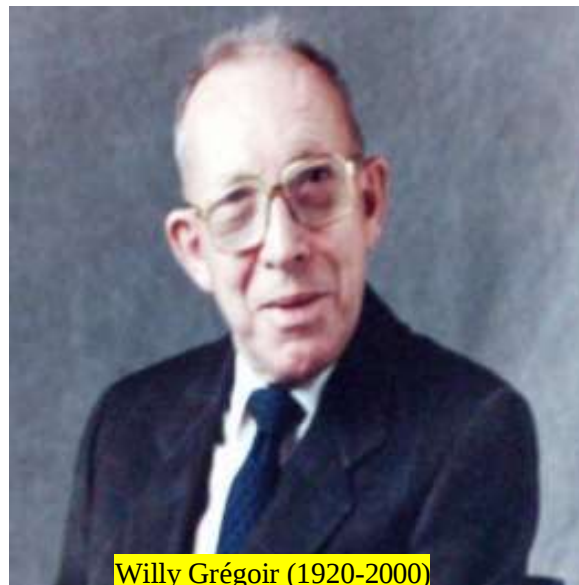
2.2 Hommages et reconnaissance :

La contribution du Dr Willy Grégoir est largement reconnue en Belgique et en Europe. Le premier secrétaire général de l'EAU 1973-1984, puis la Société Belge d'Urologie (SBU) a instauré une médaille Willy Grégoir, décernée tous les quatre ans à un urologue ayant contribué de manière significative à la spécialité et son nom est honoré par un centre de lutte contre le cancer de la prostate à l'institut Jules Bordet de Bruxelles (26).

Quant au Dr Robert Lich Jr., il a été président du Conseil Américain d'Urologie et l'auteur de plus de 145 articles scientifiques.



Robert Lich Jr. M.D. (1909-1987)



Willy Grégoir (1920-2000)



Médaille Willy Grégoir

2.3 Transition vers la chirurgie mini-invasive : l'avènement de la voie laparoscopique.

La fin des années 1990 a marqué un tournant majeur avec l'essor de la laparoscopie dans la chirurgie pédiatrique. Inspirée par les bénéfices observés dans d'autres disciplines chirurgicales, l'urologie pédiatrique a progressivement adopté cette approche dans le traitement du RVU.

La première adaptation laparoscopique de la technique de Lich Grégoir a été décrite au début des années 2000, posant les bases d'une chirurgie mini-invasive du reflux, tout en préservant les principes fondamentaux de l'approche extravésicale (27).

2.4 Révolution robotique : précision et ergonomie accrues.

Au cours de la dernière décennie, l'introduction de la chirurgie robot-assistée a représenté une avancée décisive. Le système robotisé, notamment le Da Vinci®, a permis de surmonter certaines limites techniques de la laparoscopie conventionnelle, en offrant une vision en trois dimensions, des instruments articulés avec sept degrés de liberté, et une ergonomie améliorée pour le chirurgien (28).

L'histoire de la technique de Lich Grégoir est emblématique de l'évolution de la chirurgie pédiatrique vers des méthodes de plus en plus mini-invasives, sûres et efficaces. De la voie ouverte traditionnelle à la laparoscopie, puis à la robotique, cette technique a démontré sa robustesse et sa capacité à s'adapter aux avancées technologiques, tout en offrant une prise en charge optimisée du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant.

Chapitre III : ÉPIDÉMIOLOGIE.

Le reflux vésico-urétéral est l'uropathie malformative la plus fréquente causant des lourdes conséquences sur les reins, et sa prévalence varie selon la méthode de détection.

Entre les années 1950 et 1960, des cystographies rétrogrades réalisées de manière systématique ont démontré un taux de reflux de 0,8% au sein d'une population normale d'individus en bonne santé (29). Selon Baker en 1966, lors de l'exploration effectuée dans le cadre d'une infection urinaire, il obtenait plus de 70% (30).

Selon plusieurs études, Bailey en 1988 (31) et Sargent et al en 2000 ont rapporté une prévalence de 0,4 à 1,8% chez les enfants normaux en Europe (32), et de 1 à 2% Aux États-Unis (33).

Néanmoins, cette prévalence reste probablement sous-estimée en raison de l'existence de forme asymptomatique (34).

Au cours des investigations pour une infection urinaire, le reflux pourrait être découvert chez 2,2% des filles et 0,6% des garçons (32).

L'épidémiologie du RVU varie selon l'âge, le sexe, l'origine ethnique, et les facteurs environnementaux et génétiques.

1. Facteurs génétiques :

L'étude de Zerlin a démontré l'existence du reflux en anténatal (35), ainsi que des études récentes se basant sur l'échographie prénatale, ont permis de trouver 38% de reflux de tous grades chez les nouveau-nés et nourrissons (36), et augmente d'avantage en présence d'antécédents familiaux, identifié depuis 1970 par Jerkins et Noé (37) et indiquant une prédisposition génétique dans certains cas, suggérant le caractère autosomal dominant avec une pénétrance variable (38).

Dans un article publié en 1999, Jacobson présente 5 études où le dépistage chez des parents du 1^{er} degré ont montré des RVU dans 27 à 66% des cas (39).

Cependant, 10 à 30% de reflux vésico-urétéral est retrouvé au décours d'investigation d'une uropathie malformative diagnostiquée en anténatale (35).

2. Prévalence selon le sexe :

✓ Chez le garçon : Près de 80% des cas de reflux sont identifiés en post natals, suite à une échographie prénatale anormale. Au cours de la première année, la moitié des cas de reflux souvent de haut grade sont identifiés suite à une infection urinaire. Autrement, la deuxième moitié restera légèrement symptomatique et demeurera sans infection jusqu'à un an d'âge.

Dès l'âge d'un an, la tendance peut rapidement s'inverser. Au bout de deux ans, ce reflux aura généralement disparu, comme l'ont démontré diverses recherches, avec moins de 20% détectés (40).

✓ Chez la fille : À la naissance, souvent asymptomatique jusqu'à l'âge de 2 ans, la fille va voir progressivement le risque d'infection urinaire augmenter, probablement pour des raisons de comportements vésicaux, l'incidence du reflux va augmenter pour aboutir à un sex-ratio de 5/1 à l'âge scolaire vers 5 ans entre les filles et les garçons. Elle va ensuite conserver le risque jusqu'à vers l'âge de 9 ans environ car la proportion de reflux va en diminuant de 10% par an ; ainsi un enfant a 80% environ de chances de guérison de son reflux à l'adolescence et à l'âge adulte.

Selon Bailey, 53% des malades entrant en dialyse pour néphropathie de reflux sont des femmes et le rapport homme/femme ayant des cicatrices rénales est de 0,8 (31).

3. Prévalence selon l'âge et le sexe :

Au départ, le reflux vésico-rénal primitif était perçu principalement comme une anomalie féminine. Il y a des variations d'incidence entre les sexes qui sont reliées à l'âge (30).

Avant l'âge de 1 an, la majorité des reflux sont rencontrés chez le garçon. Ils sont souvent de haut grade lorsqu'ils sont symptomatiques puis au-delà de 2 ans les proportions s'inversent avec une très nette prédominance féminine. Le sex-ratio vers 5 ans est de 5/1 entre les filles et les garçons (41).

L'âge et le sexe influencent sur la prévalence du reflux, celui-ci est fréquent entre la naissance et l'âge de 3 à 5 ans, il tend à disparaître avec la croissance en raison de la maturation de la jonction vésico-urétérale (42) (tableau 1).

- ✓ Chez le nouveau-né, le RVU est souvent diagnostiqué dans le cadre d'un dépistage familial ou d'anomalies échographiques anténatales.
- ✓ Les nourrissons et jeunes enfants constituent le groupe le plus fréquemment diagnostiqué, en lien avec la survenue d'IUF.
- ✓ Une nette prédominance masculine est observée avant l'âge de 1 an, souvent associée à des formes de haut grade et bilatérales.
- ✓ Après cet âge, la prévalence est plus élevée chez les filles, notamment en cas d'IUF récidivantes (33).

Tableau 1 : Distribution des fréquences de reflux en fonction de l'âge (42).

Âge	Incidence
< 01 an	60 - 70%
01 - 04 ans	25 - 30%
04 - 12 ans	10 - 15%
> 12 ans	05 - 5,2%

4. Prévalence selon l'origine ethnique :

Des études multicentriques ont montré une variabilité ethnique :

- ✓ Les enfants de race blanche présentent une incidence plus élevée de RVU que les enfants afro-américains (43).
- ✓ Les populations asiatiques montrent une prévalence comparable, mais des pratiques de dépistage plus systématiques peuvent conduire à un diagnostic plus précoce (44).
- ✓ Les données concernant les enfants d'origine maghrébine ou subsaharienne sont limitées, bien que des études locales Algériennes suggèrent une association fréquente avec une consanguinité parentale (45).

5. Prévalence selon la répartition géographique :

La prévalence du RVU et les pratiques diagnostiques varient selon les régions :

- ✓ **Europe :** Pratiques homogènes de dépistage après IUF ; le RVU de haut grade est pris en charge rapidement, notamment en Scandinavie (46).

Selon une étude Italienne menée par Messi (47), 1,38% des enfants âgés de 0 à 14 ans ont présenté une infection urinaire symptomatique, avec une prédominance féminine (2,36%) comparativement à (0,46%) chez les garçons. Dans cette population, l'incidence du reflux était de 0,25%, avec un ratio filles/garçons de 4 pour 1. La fréquence des cicatrices rénales y était très basse grâce à une intervention thérapeutique très précoce.

✓ **Amérique du Nord** : La fréquence du RVU est bien documentée, avec une approche plus conservatrice pour les bas grades (48).

Selon deux recherches menées aux États-Unis, il semblait évident que le risque de reflux chez les filles noires était considérablement plus faible par rapport aux filles blanches.

En 1982, Askari et Belman (49), ont rapporté un taux de reflux nettement inférieur de 1/3 chez les filles noires souffrant d'une infection urinaire comparé aux filles blanches du même âge. Selon Arant (50), dans une population du sud-ouest où sont présents un grand nombre d'enfants noirs, le taux de reflux n'était que de 7% chez les filles noires.

Toutefois, d'après l'étude de Keeton-Hillis (51) menée en 1975 sur la prévalence du reflux dans la communauté noire, le taux de reflux chez les jeunes filles noires présentant des symptômes d'infection urinaire était identique à celui des jeunes filles blanches. L'unique similarité est une prévalence plus élevée chez les filles que chez les garçons.

Selon Skoog et Belman (52), lorsqu'il y a reflux chez les filles noires, il n'existe aucune disparité en termes de gravité au moment du diagnostic et le niveau de guérison serait identique pour les deux groupes raciaux.

✓ **Asie (Japon, Corée, Chine)** : Une forte vigilance est observée dès la période anténatale.

Une chirurgie précoce est souvent privilégiée dans les grades élevés (53).

En Thaïlande, des études ont montré que 29% des garçons en très bas-âge et les filles d'âge scolaire présentant une anomalie génito-urinaire avaient un reflux (54).

✓ **Afrique du Nord et Moyen-Orient** : Les études suggèrent une fréquence élevée de formes sévères, souvent associées à une consanguinité et à un retard diagnostique (55).

En Afrique, on a estimé que le taux de reflux était de 45% chez les filles blanches et de 50% chez les métisses souffrant d'une infection urinaire, tandis qu'il ne s'élevait qu'à 4% chez les filles noires, en tenant compte du fait que tous les enfants noirs atteints d'une infection urinaire n'ont pas nécessairement subi une cystographie rétrograde (56).

Ainsi ; il apparaît que le RVU primitif chez l'enfant représente un enjeu épidémiologique majeur, en raison de ses complications potentielles sur la fonction rénale. Sa distribution est influencée par l'âge, le sexe, les antécédents familiaux et les pratiques locales de dépistage. Une meilleure compréhension des facteurs de risque et des modalités de présentation clinique permet d'optimiser les stratégies de dépistage et de prise en charge.

Chapitre IV : RAPPEL EMBRYOLOGIQUE. (57-61)

À 21 jours, l'embryon a une forme discoïde et suspendu entre deux cavités : le lécithocèle et la cavité amniotique. On distingue trois couches dans sa constitution : l'ectoblaste, le mésoblaste et l'endoblaste (ce qui en fait un embryon tridermique).

Le développement du système urinaire s'inscrit dans une dynamique morphogénétique complexe qui débute précocement au cours de la vie embryonnaire, dès la 4^{ème} semaine de gestation.

Le mésoblaste intermédiaire, également appelé néphrotome, est à l'origine de la formation de l'appareil urinaire, qui donne naissance aux cordons néphrogènes. Ces derniers évoluent selon un gradient céphalo-caudal, donnant naissance à trois paires de reins successives : les pronéphros, les mésonéphros et les métanéphros (Figure 1).

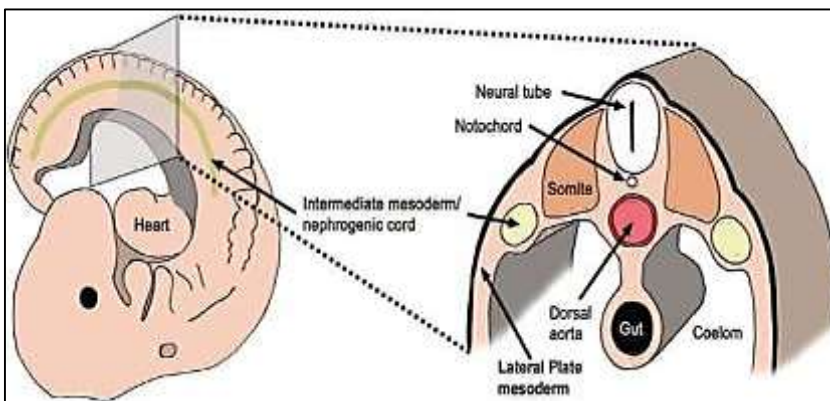


Figure 1 : Localisation du mésoderme intermédiaire/cordon néphrogénique (62).

Le pronéphros et le mésonéphros s'effacent partiellement, conservant néanmoins certaines structures établissant les bases de l'induction rénale suivante.

Le pronéphros, ou rein primitif, est un reliquat phylogénétique qui se forme transitoirement dans la région cervicale et thoracique haute disparaît dès la fin 4^{ème} semaine.

Le mésonéphros se forme dans la région thoracique basse, lombaire et sacrée et s'étend vers la partie caudale. Il est à l'origine du rein définitif.

À la 5^{ème} semaine, le sinus uro-génital absorbe le canal commun formé par le canal de Wolff et le bourgeon urétéral renflé à sa partie distale par une petite corne. Cette absorption détermine l'origine mésoblastique du trigone alors que le reste de la vessie est d'origine endoblastique (Figure 2).

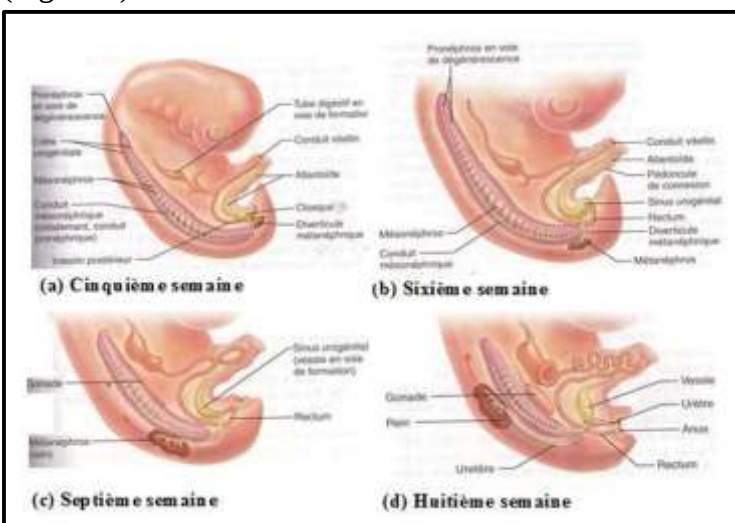


Figure 2 : Développement embryonnaire du système urinaire. Les flèches rouges cliquent la direction de la migration du métanéphros au cours de son développement. (Page 1149) (63).

Vers la 7^{ème} semaine, la partie crâniale du sinus uro-génital subit une croissance importante provoquant l'isolement et l'ascension des uretères. La partie caudale du sinus et les deux canaux de Wolff restent fixes et vont constituer l'urètre chez la fille, l'urètre prostatique et les canaux déférents chez le garçon.

La jonction urétéro-vésicale apparaît dès la septième semaine du développement embryonnaire, grâce à l'absorption progressive des dérivés mésoblastiques du canal mésonéphrotique et du bourgeon urétéral dans la portion postérieure du canal urétéro-vésical.

La vessie se forme à partir de la section supérieure du sinus urogénital «SUG». Ce dernier va progressivement s'oblitérer pour donner lieu à un cordon fibreux appelé l'ouraue. Après la naissance, cet ouraque se transformera en ligament ombilical médian.

Les canaux mésonéphrotiques de Wolff et les bourgeons urétériques, qui partagent un «canal excréteur commun» à leur origine, s'intègrent dans la paroi postérolatérale de la partie supérieure du SUG lors de la séparation du cloaque.

Le plan d'ouverture du canal excréteur commun définit deux régions : la zone sous-jacente, aussi appelée région génitale (A), et la région sus-jacente, nommée zone urinaire (Figure 3).

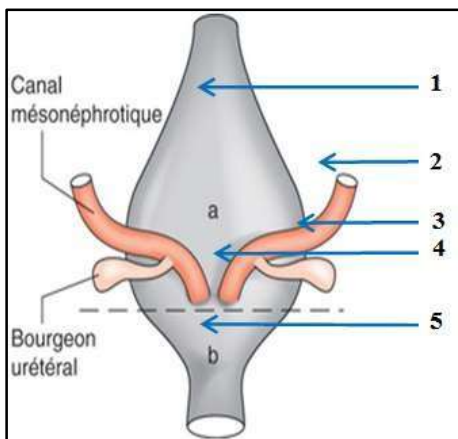


Figure 3 : Vue postérieure du sinus urogénital.

- 1 Sinus urogénital primitif.
- 2 Canal de Wolff.
- 3 Bourgeon urétéral.
- 4 Canal excréteur commun.
- 5 Portion pelvienne du sinus urogénital.
- a** Zone génitale. **b** Zone urinaire.

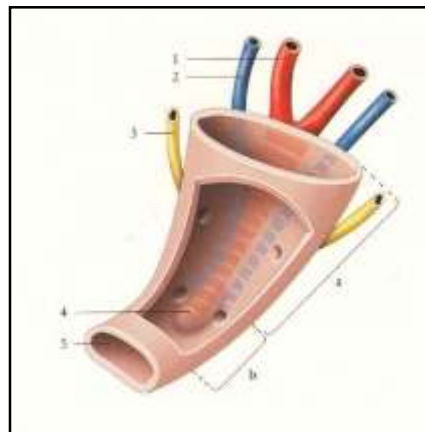


Figure 4 : Canal vésico-urétral (paroi ventrale fenêtrée) (64).

- a-** Partie vésicale du canal vésico-urétral
- b-** Partie urétrale du canal vésico-urétral
- 1 Conduit paramésonephrique
- 2 Conduit mésonéphrique
- 3 Uretère
- 4 Tubercule sinusal
- 5 Sinus uro-génital

Chez la femme, la région urinaire du sinus urogénital est responsable de la formation de la vessie et de l'intégralité de l'urètre. En revanche, chez l'homme, cette zone donne naissance à la vessie et uniquement au tiers proximal de l'urètre (partie supérieure de l'urètre prostatique, col, veru montanum). La partie inférieure de l'urètre prostatique ainsi que l'urètre membraneux se développent à partir de la zone génitale du même sinus.

Les orifices urinaires se déplacent vers la direction crânio-latérale, tandis que les orifices de Wolff progressent plutôt vers le bas médialement.

On désigne un triangle ainsi créé, nommé trigone vésical (Figure 4), (Figure 5).

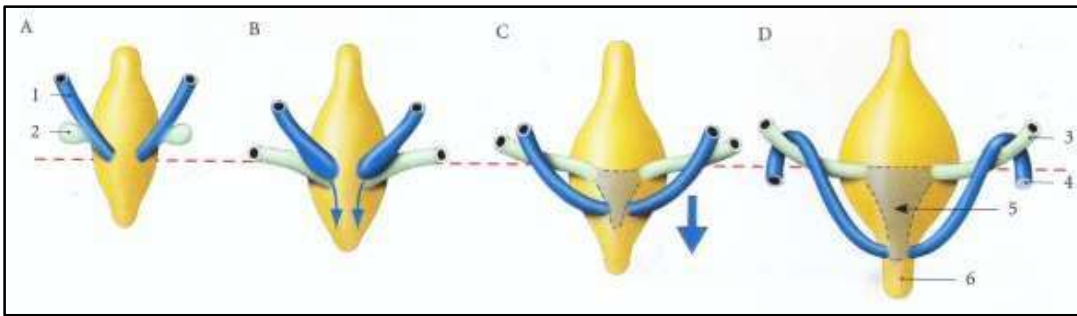


Figure 5 : Développement de la paroi postérieure du sinus uro-génital chez l'homme (64).

A, B - 4 à 5 semaines **C** - 7 semaines **D** - 8 semaines

1 Conduit mésonéphrique 2 Bourgeon urétérique 3 Uretère 4 Conduit déférent
5 Trigone vésical 6 Urètre

Ce dernier, sera créé par le rapprochement des orifices urétéraux et du canal de Wolff. Il est donc d'origine mésoblastique, tandis que la paroi ventrale de la vessie provient de l'entoblaste. L'épithélium d'origine entoblastique colonisera par la suite le tissu mésoblastique du trigone.

L'intégration dans la paroi de la vessie d'une portion du bourgeon urétéral participe à l'établissement du système anti-reflux vésico-urétéral.

Le mésoblaste splanchnopleural associé à l'intestin postérieur formera quant à lui, au cours de la 12^{ème} semaine du développement, la musculature lisse de la vessie (Figure 6).

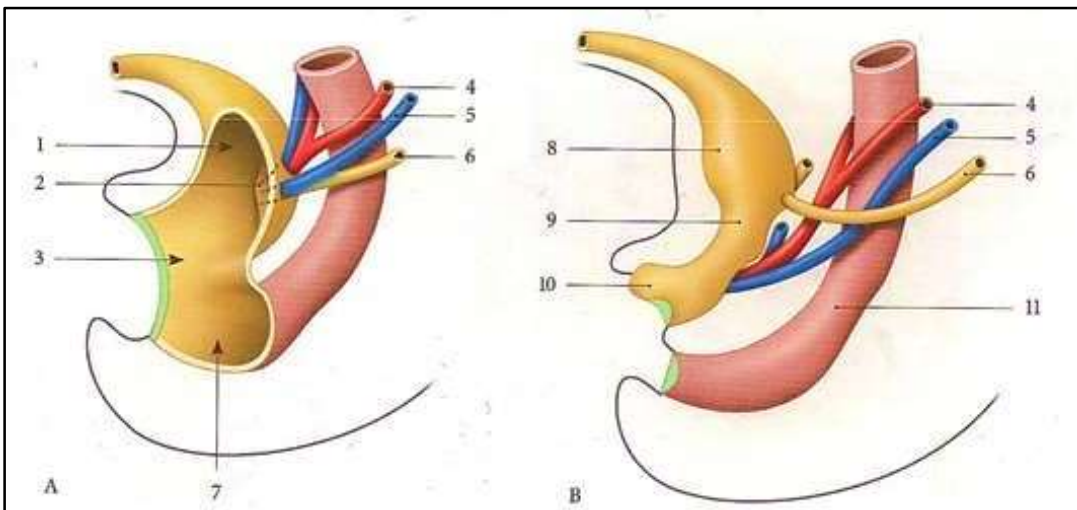


Figure 6 : Développement de la vessie, de l'uretère et de l'urètre (64).

A - 5 semaines

B - 7 semaines

1 Canal vésico-urétral 2 Tubercule sinusal 3 Cloaque
4 Conduit paramésonephrique 5 Conduit mésonéphrique 6 Uretère 7 Urentéron
8 Partie vésicale 9 Partie pelvienne 10 Partie phallique 11 Rectum

Donc, si le bourgeon urétéral est mal positionné, se développant trop bas sur le canal de Wolff, il entraîne une croissance de la paroi postérieure du sinus uro-génital qui déplace les orifices urétéraux vers le haut et l'extérieur. Cela donne lieu à un abouchement trop haut et donc très latéral de l'ébauche urétérale à la vessie, conduisant à un trajet intramural anormalement court voire inexistant provoquant une défaillance du rôle anti-reflux (Figure 7).

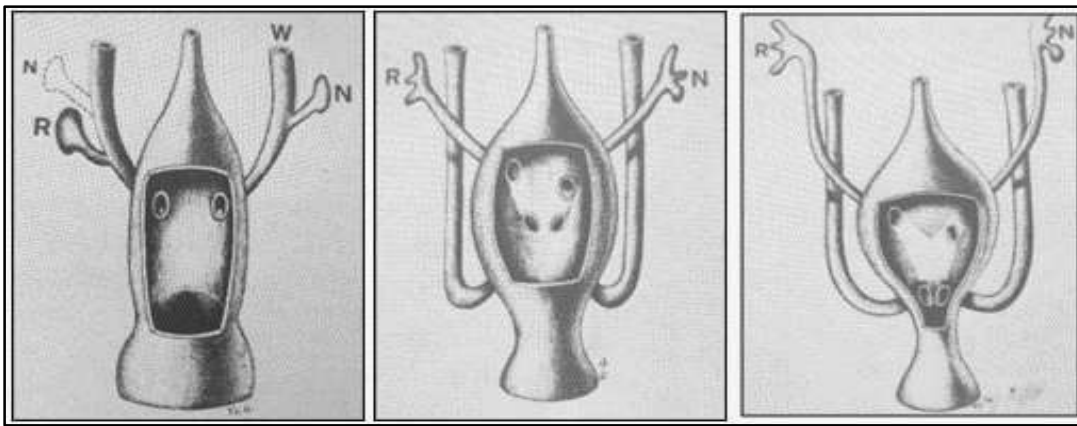


Figure 7 : Bourgeon urétéral qui prend naissance trop bas sur le canal de Wolff entraînant une implantation trop haute et trop latérale de l'uretère dans la vessie. **R :** Bourgeon urétéral du RVU. **N :** Bourgeon urétéral normal (**Source :** *Annales de chirurgie pédiatrique* 1979).

Sur le plan histologique, l'intégration normale de l'uretère dans la vessie nécessite une régulation fine de l'apoptose, de la prolifération cellulaire et de la signalisation moléculaire notamment celles liées à des mutations génétiques (65), (66).

L'étude de l'embryogenèse du système urinaire met en évidence la complexité des interactions cellulaires et moléculaires nécessaires à la formation harmonieuse des reins, des uretères et de la jonction urétéro-vésicale. Toutefois, cette organisation fine repose sur l'expression coordonnée d'un ensemble de gènes impliqués dans la prolifération, la migration et la différenciation cellulaire (67).

Les perturbations de ces voies de signalisation, qu'elles soient liées à des mutations génétiques, à des variations de l'expression génique ou à des anomalies épigénétiques, peuvent compromettre la maturation de la jonction urétéro-vésicale et favoriser l'émergence d'un reflux vésico-urétéral. Ce constat a conduit au développement du concept de CAKUT au sein duquel le RVU occupe une place centrale.

Ainsi, au-delà des anomalies morphologiques observables sur le plan embryologique ou anatomique, une attention croissante est portée aux facteurs génétiques, désormais reconnus comme déterminants majeurs dans la genèse du reflux vésico-urétéral, en particulier dans ses formes primitives, familiales ou syndromiques. L'analyse génétique permet non seulement de mieux comprendre les mécanismes pathogéniques sous-jacents, mais aussi de poser les bases d'une médecine prédictive et personnalisée, intégrée aux stratégies diagnostiques et thérapeutiques actuelles.

Chapitre V : GÉNÉTIQUE.

Le reflux vésico-urétéral (RVU), en particulier dans sa forme primitive, est de plus en plus reconnu comme une pathologie à composante génétique multifactorielle. Cette reconnaissance s'appuie sur plusieurs observations cliniques et épidémiologiques concordantes : caractère familial fréquent, prévalence plus élevée chez les apparentés au premier degré, discordances chez les jumeaux monozygotes, et association fréquente avec d'autres anomalies du développement des voies urinaires regroupées sous l'acronyme CAKUT.

La première observation d'un reflux vésico-urétéral dans un contexte familial remonte à 1955, lorsque Stephens (68) décrit un cas chez des jumeaux. Cette hypothèse d'une transmission familiale fut ensuite étayée par une étude pionnière de Burger et Smith en 1971 (69), qui documentèrent la survenue de reflux dans plus de 500 familles. Ces données ont mis en évidence que le reflux vésico-rénal peut affecter plusieurs membres d'une même lignée, parfois sur plusieurs générations, bien que cela soit observé de manière plus sporadique (70),(71), avec une transmission sur deux à trois générations. L'analyse rétrospective menée par Zel et Retik en 1973 (72) a été l'une des premières à démontrer que lorsqu'un enfant est atteint d'un reflux vésico-rénal, il existe une forte probabilité que ses frères et sœurs soient également concernés (73).

Par ailleurs, De Vargas (74) a été à l'origine d'une étude prospective utilisant l'urographie pour détecter les lésions rénales associées à cette pathologie.

De nombreuses enquêtes ont étudiés l'origine génétique du reflux vésico-urétéral primitif. Jusqu'à présent, quelques gènes ont été spécifiquement associés à cette pathologie (37),(75).

Le caractère familial du RVU a été rapporté depuis les années 80 par Jerkins et Noe (76) qui ont découvert dans leurs travaux un taux de 32 % des frères et sœurs d'enfants porteurs de RVU symptomatique, présentaient un RVU dont 26% porteurs de cicatrice rénale sur la scintigraphie au DMSA (77).

Plusieurs théories ont été envisagées, à savoir une transmission multifactorielle polygénique (78), ou une transmission autosomique dominante à pénétrance variable (79),(80).

Les données génomiques récentes ont identifié plusieurs gènes candidats, notamment *PAX2*, *ROBO2*, *RET*, *GDNF* et *AGTR2*, impliqués dans la formation embryonnaire du système urogénital (81),(82).

Parfois cette transmission est liée au sexe, (au chromosome X) (83) ou en relation avec le système HLA (sur le chromosome 6) (84),(85).

Dans les formes syndromiques en particulier le syndrome colobomo-urétérorénal, Eccles (86) souligne une mutation du gène *PAX2* (colobome du nerf optique, reflux vésico-rénal, reins de petite taille).

Feather décrit dans ces recherches que le risque est de un sur deux tant pour la descendance que pour la fratrie, du moins jusqu'à l'âge de deux ans. La maladie de reflux vésico-rénal touche fréquemment plusieurs membres d'une même famille, confirmant la transmission autosomique dominante à pénétrance variable (87) (Tableau 2).

Tableau 2 : Association des anomalies de l'appareil urinaire avec des mutations génétiques connues ou probables selon FEATHER (87).

<i>Anomalies urologiques et mutations génétiques (d'après FEATHER)</i>	
MUTATIONS DÉTERMINÉES	MUTATIONS NON DÉTERMINÉES
Syndrome colobomo-rénal : reflux, hypoplasie rénale, et colobome mutation autosomique dominante d'une transcriptase (mutation du gène PAX 2) Syndrome de KALLMANN : anosmie, infertilité, agénésie rénale lié à l'X (délétion en X p22-3) Syndrome de ZELLVEGER : présence de dysplasie rénale multikystique autosomique dominante	Syndrome oto-bronchio-rénal : kystes cervicaux, surdité, malformations rénales autosomique dominante (mutation du gène EYA 1 ?) Dysplasie rénale isolée autosomique dominante Agénésie rénale Reflux vésico-urétéro-rénal primitif autosomique dominant

Des études récentes ont déterminé que la majorité des cas de RVU familial est dû soit à l'interférence de divers gènes, soit à une hétérogénéité allélique des mutations d'un gène unique, soit à des facteurs locaux qui affectent l'expression génétique (88),(89).

Par ailleurs, des études de séquençage pangénomique ont mis en évidence des polymorphismes génétiques associés à un risque accru de RVU, suggérant un déterminisme polygénique (89).

Actuellement, il est admis que le reflux vésico-rénal présente une composante génétique marquée, notamment chez le sujet masculin. Cette donnée justifie pleinement une enquête familiale rigoureuse chez les enfants atteints, incluant le dépistage chez les frères et sœurs asymptomatiques.

L'identification des altérations génétiques impliquées, ainsi que le développement potentiel d'un test diagnostique ciblé, pourraient constituer à l'avenir un outil précieux pour la détection précoce du reflux vésico-rénal, voire d'autres anomalies uropathiques.

Par ailleurs, il est envisageable que ces recherches génétiques apportent aussi une valeur pronostique car certaines mutations pourraient être associées à une faible probabilité de résolution spontanée du reflux, suggérant alors une indication chirurgicale plus précoce.

CHAPITRE VI : ANATOMIE CHIRURGICALE APPLIQUÉE A LA TECHNIQUE DE LICH-GREGOIR.

Notre analyse porte sur l'anatomie chirurgicale de l'uretère pelvien et intramural, territoire clé de la réimplantation, où l'uretère devient pelvien après le croisement des vaisseaux iliaques, décrit une courbure médiale et antérieure le long de l'artère iliaque interne, et est enveloppé par un fascia péri-urétérique en région sous-péritonéale, se divisant en segments pariétal, viscéral et vésical (90) (91), (Figure 8).

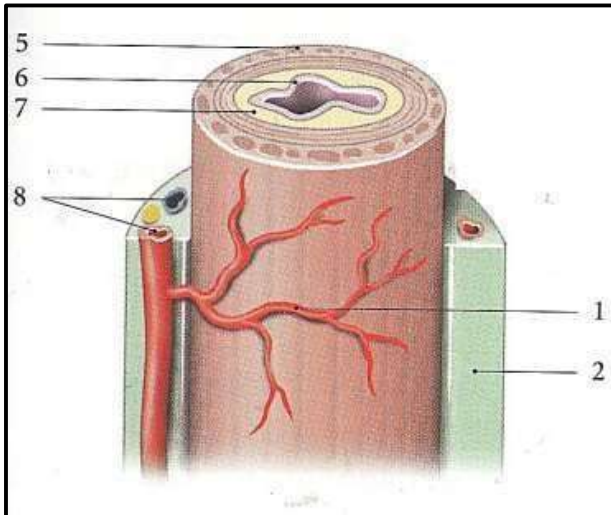


Figure 8 : Structure et vascularisation adventicielle de l'uretère (64).

1 Réseau adventiciel 2 Tunique adventice 5 Tunique musculaire 6 Muqueuse (urothélium)
7 Sous-muqueuse 8 Artère, veine et nerf de l'adventice

➤ Les rapports sont différents selon le sexe :

❖ Chez le garçon :

L'uretère pelvien chemine sous le péritoine le long de la paroi latérale du bassin, au contact de la face interne de l'artère iliaque interne et de ses branches, puis est croisé par le canal déférent, passe en dehors de la vésicule séminale et s'infléchit vers la vessie, au voisinage étroit du plexus hypogastrique, repère majeur à préserver lors de la dissection extravésicale (Figure 9).

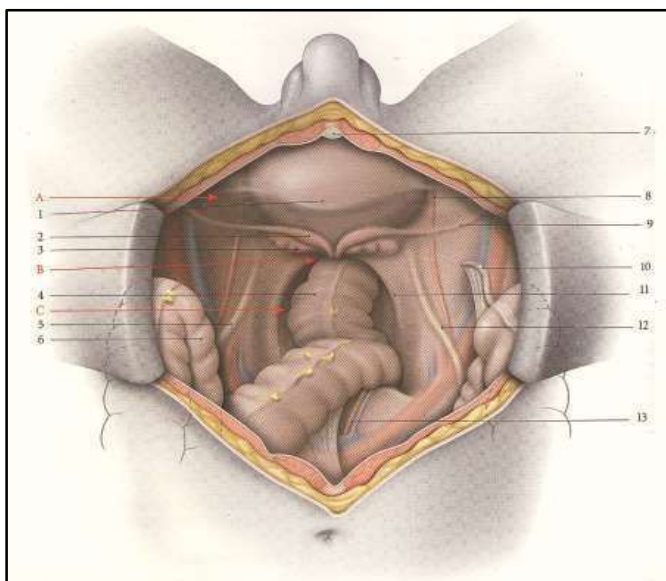


Figure 9 : Cavité péritonéale chez l'homme (vue supérieure, opératoire. Les anses intestinales sont refoulées dans l'abdomen) (64).

A- Fosse paravésicale
B- Cul-de-sac recto-vésical
C- C- Fosse pararectale

1- Vessie 2- Ampoule du conduit déférent
3- Glande séminale 4- Rectum 5- Pli de l'uretère gauche 6- Sigmoïde récliné 7- Ligament ombilical médian 8- Pli de l'artère ombilicale
9- Conduit déférent 10- Appendice vermiforme
11- Pli recto-vésical 12- Pli de l'uretère droit
13- Appendice Vermiforme

❖ Chez la fille :

L'uretère pelvien chemine sous le péritoine à la base du ligament large, au contact des vaisseaux iliaques internes, puis est croisé en avant par l'artère utérine à proximité de l'isthme utérin, passe le long de la paroi antérieure du vagin et s'oriente vers la vessie, au voisinage étroit du plexus hypogastrique, repère essentiel à préserver lors de la dissection extravésicale (Figure 10).

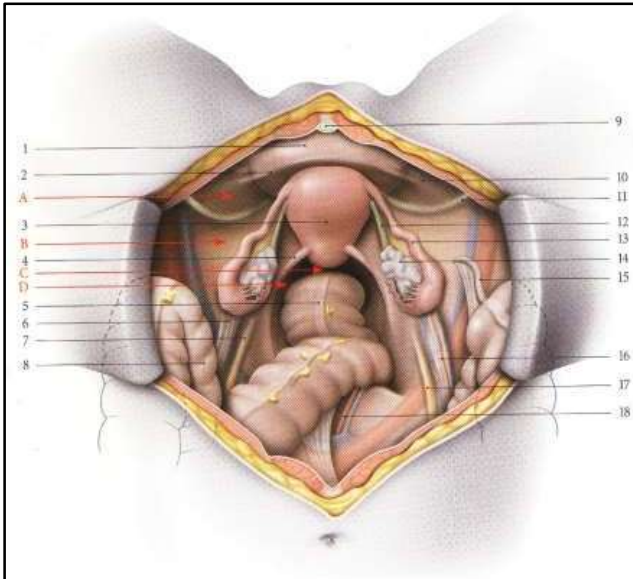


Figure 10 : Organes génitaux internes féminins (vue supérieure, opératoire. Les anses intestinales sont refoulées dans l'abdomen) (64).

A- Fosse paravésicale B- Fosse pré-ovarique
C- Cul-de-sac recto-utérin D- Fosse pararectale
1- Vessie 2- Pli vésical transverse 3- Utérus
4- Pli recto-utérin 5- Rectum 6- Ligament suspenseur de l'ovaire gauche 7- Pli de l'uretère gauche 8- Sigmoide 9- Ligament ombilical médian
10- Pli de l'artère ombilicale droite 11- Ligament rond droit 12- Ligament propre de l'ovaire 13- Trompe utérine droite 14- ovaire droit 15- appendice vermiforme 16- Ligament suspenseur de l'ovaire droit 17- Pli de l'uretère droit 18- Artère et veine sacrales médianes

Vaisseaux et nerfs de l'uretère :

Les artères : L'irrigation artérielle est assurée par les vaisseaux génito-vésicaux alignés le long de sa face postéro interne : vésiculo-déférentielle ou utérine ainsi que des branches intra vésicales. Cette vascularisation artérielle, très précaire, est compensée par un réseau anastomotique complexe péri- urétéral et intra mural.

Le réseau péri-urétéral est représenté par le système longitudinal adventiciel composé dans la majorité des cas de 1 à 3 vaisseaux longitudinaux (type I) et dans 12 à 24% des cas par un système plexiforme (type II) (Figure 11).

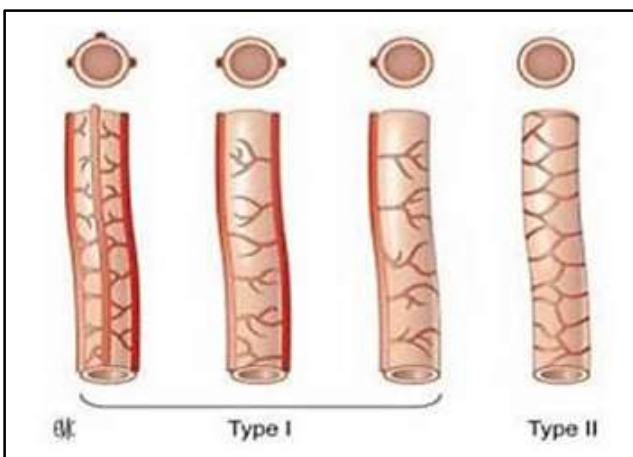


Figure 11 : Système longitudinal adventiciel de l'uretère.

1. Système longitudinal cheminant dans l'adventice. 2. Système artériel juxta-urétéral. 3. Système juxtamusculaire (capillaires de Frommolt) cheminant à la face externe de la couche musculaire. 4. Perforantes musculaires d'Engelman se distribuant aux couches musculaires et au chorion.

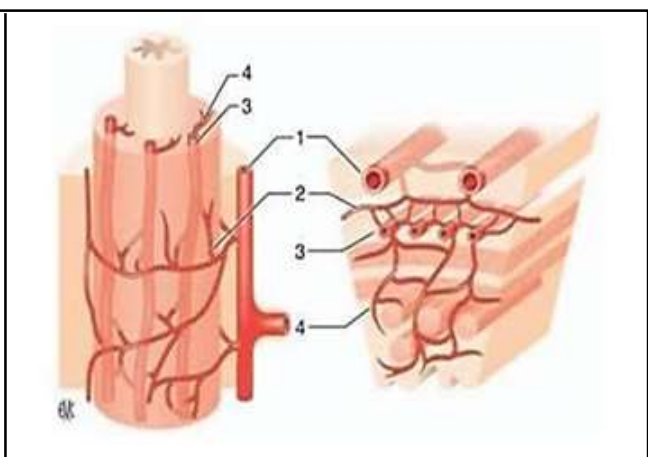


Figure 12 : Vascularisation juxta et intramurale de l'uretère.

Le réseau intra mural est composé d'un système artériel juxta-urétéral et d'un système juxta musculaire cheminant à la face externe de la musculature (Figure 12).

Les veines urétérales : satellites des artères, forment un plexus latéro-urétéral prédominant en sous-muqueux ; le drainage lymphatique associe des réseaux sous-muqueux et intramusculaires se dirigeant vers les ganglions hypogastriques et les chaînes iliaques externes, tandis que l'innervation urétérale, d'origine spermatique et hypogastrique, accompagne le trajet vasculaire.

La vessie :

La vessie est un réservoir musculo-fibreux sous-péritonéal, pelvien à l'état vide, tapissé d'une muqueuse urothéliale et doté d'un détrusor trilaminaire.

Elle comprend deux unités fonctionnelles distinctes : le corps, dont la compliance conditionne la capacité vésicale, et la base, d'induction embryologique et d'innervation différentes.

➤ **Rapports postérieurs de la vessie :**

❖ **Chez le garçon :**

La face postérieure de la vessie est en rapport étroit avec les vésicules séminales, les uretères pelviens et les ampoules des canaux déférents, qui convergent vers la base prostatique. Ces structures sont séparées du rectum par le cul-de-sac recto-vésical et le plexus hypogastrique, repère nerveux majeur dont la préservation est essentielle lors de la dissection extravésicale latéro-rétrovésicale (Figure 13).

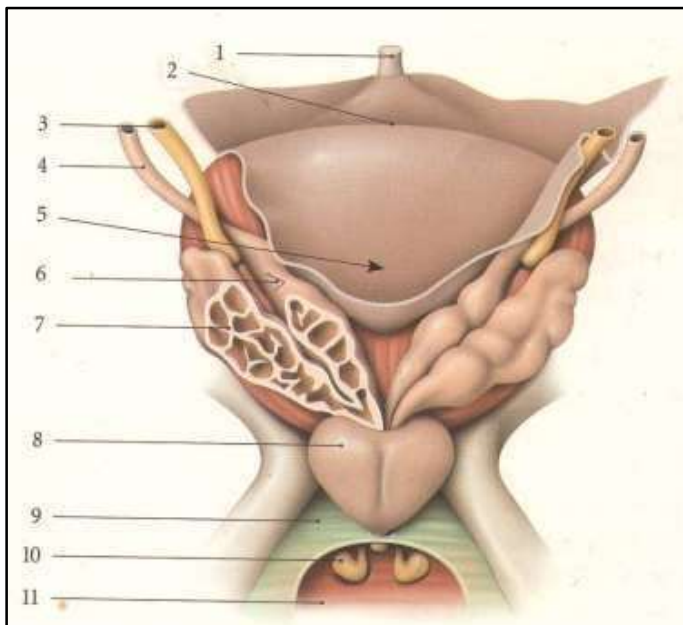


Figure 13 : Rapports postérieurs de la vessie chez l'homme (vue postérieure) (64).

- 1- Ligament ombilical médian
- 2- Pli vésical transverse
- 3- Uretere
- 4- Conduit deférent
- 5- Cul-de-sac recto-vésical
- 6- Ampoule du conduit deférent gauche ouverte
- 7- Glande séminale gauche ouverte
- 8- Prostate (lobe latéral)
- 9- Fascia supérieur du diaphragme uro-génital réséqué
- 10- Glande bulbo-urétrale
- 11- diaphragme uro-génital

❖ **Chez la fille :**

La face postérieure de la vessie répond principalement au col utérin et à la paroi antérieure du vagin, séparée par un tissu cellulaire lâche facilement clivable. Les uretères pelviens cheminent à proximité du plexus hypogastrique et des branches vésico-utérines, imposant une dissection prudente et latéralisée afin de préserver les structures vasculo-nerveuses lors de la réimplantation extravésicale (Figure 14).

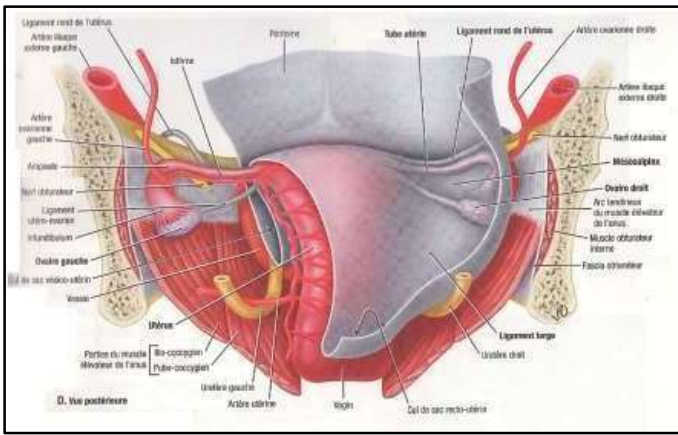


Figure 14 : Organes du pelvis féminin ; pelvis et périnée. Vue postérieure (92).

➤ **Moyens de fixité :**(Figure 15) et (Figure 16).

La vessie est maintenue par un ensemble de moyens de fixité assurant sa stabilité pelvienne : en haut par l'ouraue fibreux, en bas par le bloc uréthro-prostatique chez l'homme et par l'urètre chez la femme, en avant par l'aponévrose ombilico-pré-vésicale, en arrière par l'aponévrose de Denonvilliers chez l'homme, et latéralement par les lames sacro-génito-pubiennes.

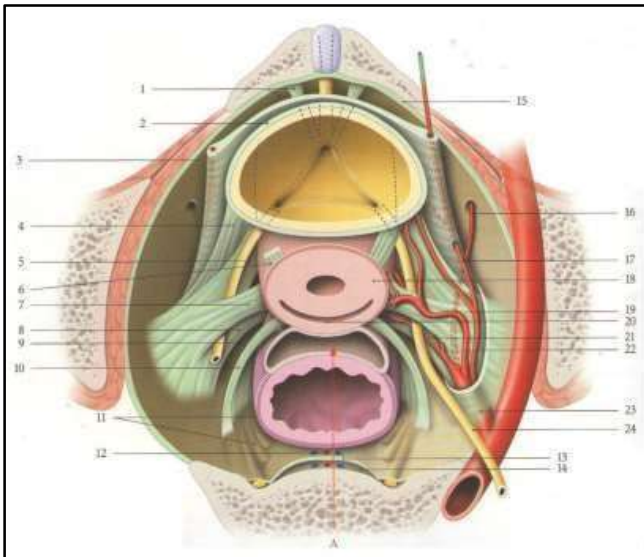


Figure 15 : Diagramme schématique des ligaments viscéraux et des espaces paraviscéraux pelviens chez la femme (vue supérieure). A- cul-de-sac recto-utérin (64).

- 1- espace rétropubien, ligament pubo-vésical
2- fascia vésical 3- espace paravésical
4- ligament vésical latéral 5- paracervix
6- ligament vésico-utérin 7- paramètre 8- ligament
rectal latéral 9- espace pararectal
10- ligament utéro-sacral 11- nerfs érecteurs gauches
12- espace rétrorectal (artère et veine rectales
supérieures) 13- fascia présacral 14- espace présacral
15- fascia ombilico-prévésical 16- artère obturatrice
17- artère ombilicale 18- col utérin 19- artère utérine
20- fornix vaginal (cul-de- sac postérieur)
21- artère rectale moyenne 22- artère vaginale
23- artère iliaque interne 24- urètre

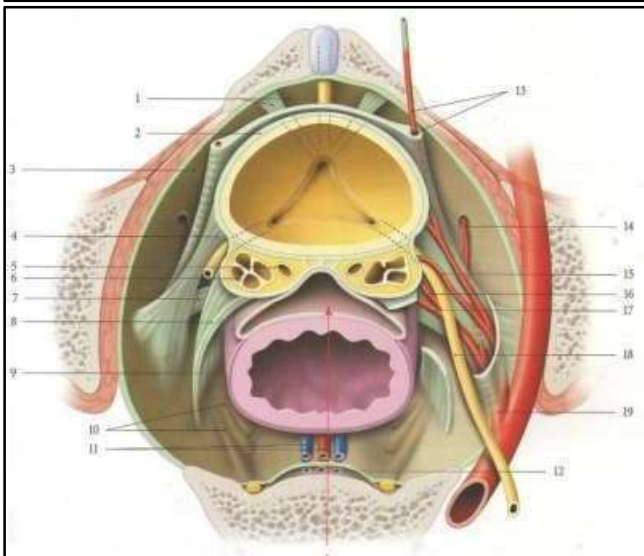


Figure 16 : Diagramme schématique des ligaments viscéraux et des espaces paraviscéraux pelviens chez l'homme (vue supérieure). A- cul-de-sac recto-vésical (64).

- 1- espace rétropubien, ligament pubo-vésical
2- fascia vésical 3- espace paravésical 4- ligament vésical latéral 5- ampoule du conduit déférent (dans le fascia rétrovésical) 6- glande séminale (dans le fascia rétrovésical) 7- ligament rectal Latéral 8- ligament génito-sacral 9- espace pararectal 10- nerfs érecteurs gauches 11- espace rétrorectal, artère et veine rectales supérieures 12- espace présacral, artère et veine sacrales médianes 13- fascia ombilico-prévésical (et artère ombilicale) 14- artère obturatrice 15- artère du conduit déférent 16- artère vésicale inférieure 17- artère rectale moyenne 18- uretère 19- artère iliaque interne

➤ Innervation de la vessie :

L'innervation vésicale repose sur un triple système associant une composante sympathique (D10–L1, via les nerfs hypogastriques), parasympathique (S2–S4, via les nerfs érecteurs et le plexus pelvi-viscéral) et somatique (nerf honteux interne pour le sphincter externe), constituant un réseau pelvien complexe dont la préservation est essentielle lors de la dissection extravésicale afin d'éviter les troubles mictionnels postopératoires (figure 17) et (figure 18).

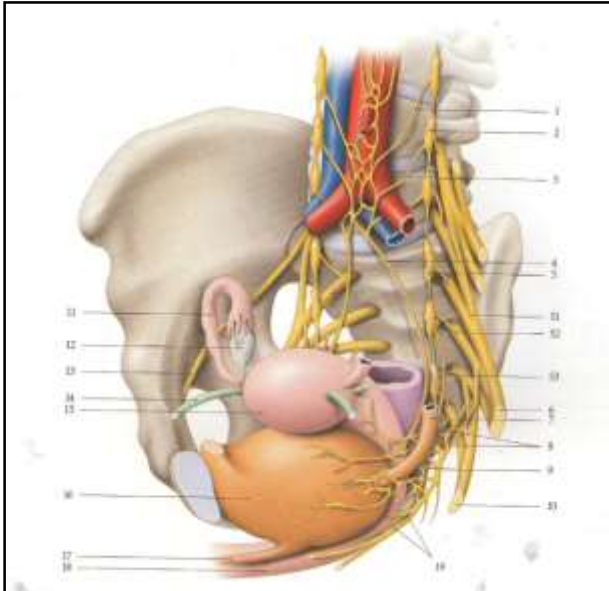


Figure 17 : Constitution des plexus hypogastriques chez la femme (vue antéro-latérale droite) (64).

- 1- nerf splanchnique lombaire
- 2- ganglion sympathique lombaire
- 3- plexus hypogastrique supérieur (nerf présacral)
- 4- nerf hypogastrique gauche
- 5- ganglion sympathique pelvien
- 6- nerf ischiatique (sciatique)
- 7- urètre gauche

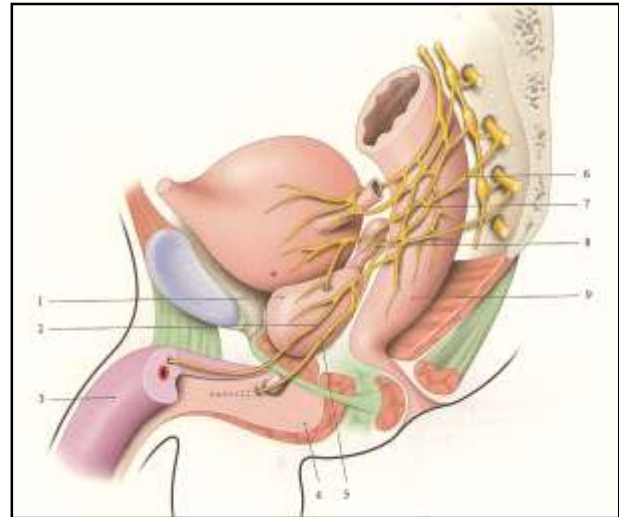


Figure 18 : Plexus hypogastrique inférieur chez l'homme (64).

- 1- prostate
- 2- grand nerf caverneux
- 3- corps caverneux
- 4- corps spongieux
- 5- petit nerf caverneux
- 6- nerf splanchnique pelvien (nerf érecteur)
- 7- plexus hypogastrique inférieur
- 8- glande séminale
- 9- rectum

Les rapports postérieurs vésicaux, variables selon le sexe, déterminent les zones de sécurité de la dissection extravésicale et justifient une approche latéro-rétrovésicale respectueuse des structures nerveuses.

La jonction vésico-urétérale :

La jonction urétéro-vésicale se définit selon une architecture complexe, finement élaborée entre quatre éléments anatomiques distincts unis de façon intime pour réaliser une véritable unité fonctionnelle (94).

➤ L'uretère terminal :

Les fibres musculaires circulaires ou obliques de l'uretère extra-mural prennent une orientation longitudinale au niveau du trajet intra-mural. Une partie de ces fibres se poursuit au-delà de l'orifice urétéral en direction de l'orifice controlatéral pour former la barre inter-urétérale et en direction du col vésical pour former le trigone superficiel (95), (96). L'uretère est ainsi solidement amarré vers le bas au niveau du trigone. Il n'existe donc pas de sphincter du bas uretère comme le pensaient certains (97).

➤ **Gaine péri-urétérale et uretère sous-muqueux :**

La gaine péri-urétérale de Waldeyer entoure l'uretère lors de son passage intradétrusorien, permettant un glissement physiologique de la portion intramurale et participant à la formation du trigone moyen (98).

L'uretère sous-muqueux suit un trajet intra-vésical oblique de 5 à 8 mm chez l'adolescent, longueur acquise progressivement avec la croissance, et débouche par un méat urétéral en fente oblique, élément clé du mécanisme antireflux (99).

➤ **Le trigone :**

Le trigone vésical constitue la partie fixe de la vessie, située sous les méats urétéraux, de forme triangulaire à base supérieure, limitée en arrière par les deux orifices urétéraux et en bas par le col vésical. Selon Tanagho, il comprend trois plans anatomiques : un trigone superficiel d'origine essentiellement urétérale formé par l'éventail des fibres musculaires urétérales, un trigone moyen correspondant à la terminaison fibro-musculaire de la gaine de Waldeyer, et un trigone profond constitué par le muscle vésical, ensemble jouant un rôle central dans le mécanisme antireflux et la stabilité de la jonction urétéro-vésicale (100), (101) (Figure 19).

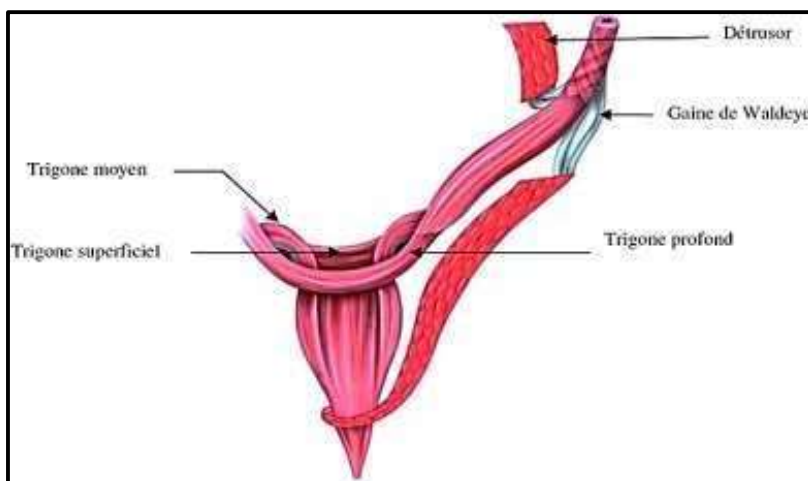


Figure 19 : Représentation schématique d'un Trigone vésical normale.

Source : Averous / *Progrès en urologie* 1989.

Chapitre VII : PHYSIOLOGIE ET PHYSIOPATHOGÉNIE DU SYSTÈME ANTI-REFLUX.

Physiologie du système anti reflux :

La jonction urétéro-vésicale s'oppose à la remontée d'urines de la vessie vers les uretères, aussi bien pendant le remplissage vésical que pendant la miction grâce à un mécanisme de valve anti reflux complexe passif et actif (101) (Figure 20).

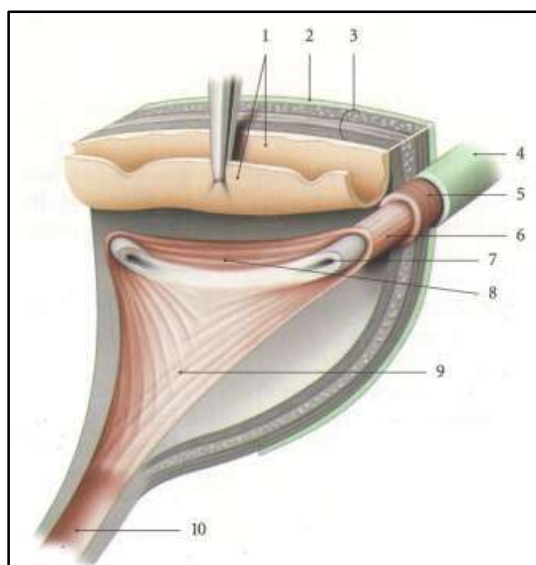


Figure 20 : Trigone vésical et jonction urétéro-vésicale (64).

- 1- urothélium vésical récliné
- 2- tunique adventice vésicale
- 3- détrusor
- 4- tunique adventice urétérique
- 5- fibres circulaires urétériques
- 6- fibres longitudinales urétériques
- 7- ostium et urothélium urétériques
- 8- muscle interurétérique
- 9- muscle trigonal
- 10- urètre

➤ Le mécanisme actif :

❖ Durant la phase de remplissage vésical :

La progression du bolus urinaire vers la vessie est assurée par les contractions péristaltiques de l'uretère. (La pression vésicale normale est inférieure à 40 cm d'eau), ce qui attire l'orifice méatique vers le haut et raccourcit la longueur intramurale de l'uretère par contraction de ses fibres longitudinales permettant ainsi le passage de l'urine.

Enfin, l'uretère est fermé par le tonus de ses fibres et son compression contre le mur postérieur de la vessie. Cela a été décrit par Schulman (102) comme étant l'étirement selon la disposition des fibres en «réseau à maille » avec fermeture de l'angle urétéro-vésical.

❖ Pendant la phase de miction :

La contraction active du trigone, provoquant l'étirement et l'aplatissement de l'uretère sous-muqueux avec une augmentation de la pression endo-vésicale permettent l'occlusion du méat urétéral.

❖ En fin de miction :

Lorsque la pression vésicale chute, le toit muqueux recouvre l'uretère en attendant l'arrivée de nouveaux bolus urétéraux (103), (104).

➤ Le mécanisme passif :

Il est représenté par la longueur du trajet sous muqueux et son rapport avec le calibre de l'uretère qui doit avoir un ratio de 2,5/1 comme décrit par Mac Govern et Paquin depuis 1960. Ce tunnel sous muqueux constitue l'un des principaux mécanismes anti reflux passif associé à la solidité des amarres urétérales au trigone, ainsi que l'intégrité et le bon appui musculaire postérieur de l'uretère terminal. La longueur moyenne de ce trajet sous-muqueux est de 5 à 8 mm chez l'enfant et de 10 à 15 mm chez l'adolescent, atteignant 13 mm à l'âge adulte (105).

Plusieurs recherches anatomiques et endoscopiques ont tenté d'établir les standards en fonction de l'âge et donc du développement de la jonction urétéro-vésicale (106),(107),(95).

Physiopathogénie du reflux vésico-urétéro-rénal :

Le reflux vésico-urétéral est caractérisé par le passage anormal de l'urine de la vessie vers l'uretère, et selon son ampleur, jusqu'au rein. On différencie le reflux passif (à basse pression) qui a lieu lors du remplissage de la vessie, du reflux actif (à haute pression) qui se manifeste durant la miction, suite à la contraction du détrusor (108), (109).

Le reflux vésico-rénal primitif correspond à une incompétence du mécanisme anti-reflux en relation avec une anomalie congénitale de la jonction urétéro-vésicale et elle constitue environ 95% des reflux (110).

Différentes anomalies anatomiques peuvent être la cause, souvent elles coexistent, de façon proportionnelles :

- La brièveté du trajet sous muqueux de l'uretère, qui compromet le plus, le dispositif anti-reflux. La longueur du parcours sous muqueux est déterminée par le point de pénétration et l'obliquité de l'uretère dans sa trajectoire. Plus la traversée de la paroi du détrusor est oblique, plus le trajet sous muqueux de l'uretère sera long. Par conséquent, si le point de pénétration de l'uretère dans la vessie est plus haut et plus latéral, le trajet sera plus court.

- L'allongement de l'uretère se produit d'avantage par croissance que par véritable maturation. La longueur du trajet sous- muqueux est multipliée par trois entre la naissance et l'âge de 12 ans (6).

Selon Li, Cukier et coll (111), 87,2% des adultes atteints de reflux identifié entre 15 et 25 ans présentent un trajet sous-muqueux inférieur à 10 mm. En théorie, le rapport normal entre la longueur de l'uretère intramural et son diamètre est de 4 à 1.

Par conséquent, une insuffisance de la longueur du trajet sous-muqueux, une obliquité réduite lors de la traversée de l'uretère terminal dans le détrusor, combinées à une ectopie méatique (112), sont à l'origine d'un reflux vésico-rénal (Figure 21).

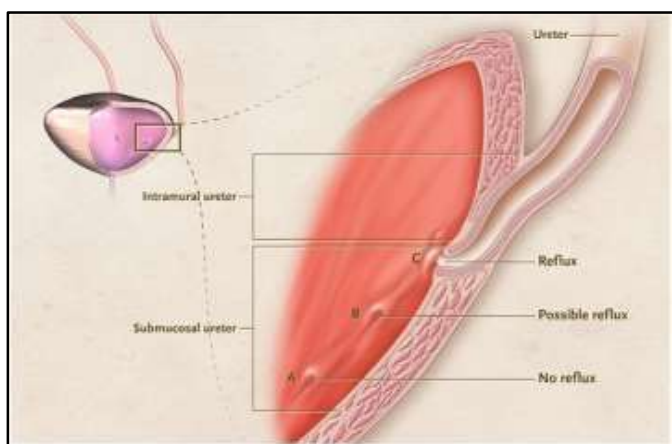


Figure 21 : Le trajet sous muqueux de l'uretère et l'emplacement du méat urétéral normal pathologique (113).

- Déficience des fibres inter urétérales et de la gaine de Waldeyer va s'ajouter à l'hyperlaxité trigonale entraînant la modification de la forme et l'aspect des méats urétéraux. À partir de l'aspect classique normal "en fente" ou "en bec de plume", l'orifice urétéral a été décrit : "en fer à cheval" "cône" "stade" "gueule de four" et "trou de golf" notamment par Grasset et coll. (114), Cukier et coll. (7), Sauvage (115).

➤ Déficience du soutènement musculaire de l'uretère terminal. Hutch a décrit une véritable hernie de la muqueuse juxta-méatique suite à une extra-vésicalisation de l'uretère terminal. correspondant bien à une anomalie anatomique de la jonction urétéro-vésicale.

L'existence d'un diverticule de Hutch réduit considérablement les chances de résolution spontanément du reflux dans les premières années de la vie (116).

La laxité du trigone est la perte du soutien musculaire postérieur durant la phase de réplétion qui réduit voire empêche l'occlusion de la jonction urétéro-vésicale.

Ainsi, la brièveté du trajet sous-muqueux, l'ectopie méatique associée, la forme même des orifices urétéraux par déficience des fibres musculaires de l'uretère terminal et la laxité du trigone représentent les anomalies anatomiques responsables du reflux vésico-rénal dit primitif.

Chapitre VIII : LA NÉPHROPATHIE DE REFLUX VÉSICO URÉTÉRAL.

1. Définition, généralités :

La néphropathie de reflux (NR) a été reconnue comme entité pathologique distincte au milieu du XXe siècle, bien que des observations cliniques isolées suggérant une association entre infections urinaires, cicatrices rénales et malformations urologiques remontent à la fin du XIXe siècle.

C'est en 1938, que Ransley et Risdon ont décrit pour la première fois les lésions corticales rénales observées chez des enfants souffrant de reflux vésico-urétéral (RVU), en les corrélant à des épisodes d'infections urinaires. Ces travaux pionniers ont permis d'établir un lien direct entre le RVU, les pyélonéphrites et les cicatrices rénales (117).

En revanche, Le concept de néphropathie de reflux a été formellement introduit par David M. Bailey en 1973, qui fut le premier à regrouper sous le terme "*reflux nephropathy*" les lésions corticales rénales associées au RVU, qu'elles soient secondaires à des infections ascendantes ou d'origine congénitale, donnant à cette entité une reconnaissance clinique et nosologique plus précise (118).

Les travaux ultérieurs ont confirmé que des cicatrices pouvaient exister en l'absence d'épisodes cliniques de pyélonéphrite, suggérant une composante de développement anténatale.

Au cours des décennies suivantes, les études histopathologiques, notamment celles menées par Smellie et al. en 1975 qui ont confirmé la présence de fibrose interstitielle, d'atrophie tubulaire, et de glomérulosclérose dans les reins affectés, validant la nature progressive et irréversible de la NR dans les cas sévères (119).

Ce concept a eu une influence majeure sur les stratégies diagnostiques, thérapeutiques et préventives en urologie pédiatrique.

2. Épidémiologie :

La NR est présente chez 30 à 60% des enfants porteurs d'un RVU diagnostiqué dans le contexte d'infections urinaires fébriles ou d'un dépistage prénatal (120). La prévalence des cicatrices rénales détectées par scintigraphie au DMSA après une première IUF est estimée entre 10% et 40%, selon l'âge, le grade du reflux et le délai de prise en charge (121).

L'incidence de la néphropathie peut varier :

- Selon l'âge : Elle est détectée chez 10% des prématurés, 26% des enfants de moins de 8 ans et 46% des enfants plus âgés (122).
- Selon le sexe : Elle est plus courante chez les filles, mais présente une sévérité plus importante chez les garçons, cela varie en fonction de l'âge de l'enfant et de l'étiopathogénie de la NRVU (123). Yeung (124) avait signalé l'existence d'un NRVU détectée par la scintigraphie rénale chez 28% des garçons comparativement à 5% des filles.
- Diagnostic anténatal : Environ 10 à 20% des cas de NRVU sont suspectés avant la naissance, à partir d'une pyélectasie anténatale persistante (DAP >7 mm au troisième trimestre) (125).

La fréquence de la néphropathie accompagnant un RVU bilatéral et de haut grade est estimée à 85-90% des cas, en revanche elle ne concerne qu'environ 5% des cas avec les grades I, III (126), (127). Il arrive parfois qu'elle soit identifiée sur le rein controlatéral non refluant (128).

- Autres facteurs épidémiologiques associés :
 - ✓ **Grade du RVU** : les grades IV et V sont les plus à risque de NR allant jusqu'à 80%, en raison de la pression rétrograde élevée sur le parenchyme rénal.
 - ✓ **Forme bilatérale** : environ 30 à 40% des enfants avec NR ont une atteinte bilatérale, ce qui majore le risque de progression vers l'IRC (129).
 - ✓ **Antécédents familiaux** : la NR est plus fréquente chez les enfants ayant un antécédent familial de RVU ou de malformation urologique, ce qui souligne une prédisposition génétique probable (130).

Récemment, dans les registres internationaux (tels que le North American Pediatric Renal Trials and Collaborative Studies (NAPRTCS), ItalKid project), la NR est la deuxième cause de maladie tubulo-interstitielle chronique et la quatrième cause d'insuffisance rénale terminale de l'enfant lorsque les lésions rénales sont bilatérales et étendues (131). Elle représente jusqu'à 20% des cas d'IRC terminale dans certaines cohortes européennes (132).

3. Aspects étiologiques :

Cette anomalie peut être soit congénitale, est désormais connue sous le nom de néphropathie congénitale par reflux (133), liée à un désordre du développement des néphrons en amont d'un RVU secondaire à l'évolution naturelle d'un îlot anormal de parenchyme dysplasique, ou hypoplasique, soit acquise, (cicatrise rénale acquise) secondaire à l'inflammation aiguë du parenchyme rénal (134) due aux pyélonéphrites aiguës développant des cicatrices parenchymateuses séquellaires.

Néanmoins, il a été prouvé que les RVU intra-rénal à haute pression pouvaient être à l'origine de cicatrices, même sans antécédents de pyélonéphrite. Il attribue cela à une pression élevée imposée sur les papilles par le RVU (135) (Figure 22).

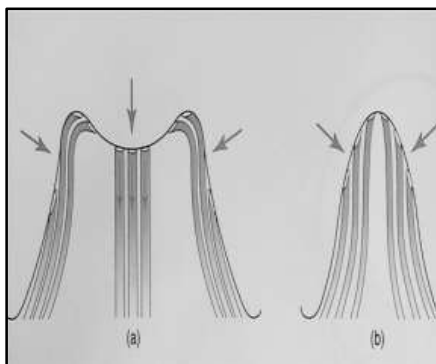


Figure 22 : Les types de papilles.

a) Papille composée, les tubules du centre de la papille ne se ferment pas en cas de distension du calice.

b) Papille simple, la distension du calice comprime et ferme les orifices des tubules.

Source : Averous /Progrès en urologie 1989.

4. Histologie de la néphropathie du reflux vésico-urétéral :

Histologiquement, elle est caractérisée par un ensemble de lésions non spécifiques, traduisant une atteinte ischémique, inflammatoire et cicatricielle progressive du parenchyme rénal (136),(137).

Les principales lésions histologiques observées dans la NR sont les suivantes : (138).

- ✓ **Fibrose interstitielle** : elle constitue une lésion prédominante, associée à une expansion du tissu conjonctif interstitiel et à une réduction du volume fonctionnel du rein.
- ✓ **Atrophie tubulaire** : souvent confluyente avec la fibrose, elle se manifeste par une raréfaction et un aplatissement des cellules tubulaires, avec dilatation des lumières tubulaires.
- ✓ **Glomérulosclérose segmentaire et focale** : observée surtout dans les formes avancées, elle résulte d'une surcharge des néphrons résiduels, traduisant une hyperfiltration compensatrice.
- ✓ **Infiltrat inflammatoire chronique** (la néphrite interstitielle chronique) : majoritairement lymphocytaire, il accompagne les lésions cicatricielles, surtout dans les zones corticales.

✓ **Hyperplasie de l'appareil juxtaglomérulaire** : en lien avec l'activation du système rénine- angiotensine, souvent présente chez les patients avec hypertension artérielle associée à la NR.

5. Les classifications de la néphropathie de reflux vésico-urétéral (NRVU) chez l'enfant :

La néphropathie de reflux (NR) n'est pas une entité homogène ; elle regroupe plusieurs formes cliniques et histopathologiques selon l'étiologie, la chronologie d'apparition des lésions et l'impact fonctionnel. Sa classification est indispensable pour le diagnostic différentiel, la prise en charge thérapeutique et l'évaluation du pronostic à long terme.

5.1 Classification étiopathogénique : (139).

On distingue deux grands types étiopathogéniques de néphropathie de reflux :

➤ Néphropathie de reflux congénitale :

Associée à des anomalies du développement rénal et des cicatrices préexistantes dès la naissance, souvent chez des garçons présentant un RVU bilatéral de haut grade (IV-V) associée à une dysplasie rénale.

➤ Néphropathie de reflux acquise :

Plus fréquente chez les filles, avec des reins initialement sains, souvent consécutive à des épisodes répétés de pyélonéphrite aiguë récidivantes, survenant chez des enfants avec un RVU généralement unilatéral non traité ou mal suivi.

Cependant, certaines formes mixtes peuvent associer les deux mécanismes.

5.2 Classification fonctionnelle :

Elle est basée sur le débit de filtration glomérulaire et la répartition fonctionnelle différentielle.

Tableau 3 : Classification fonctionnelle de la néphropathie de reflux.

Stade	Fonction rénale globale	Fonction rénale différentielle (scintigraphie DMSA)
Stade I	Normale	> 45% pour chaque rein
Stade II	Légèrement altérée	30–45% pour un rein
Stade III	Modérément altérée	10–30% pour un rein
Stade IV	Atrophie fonctionnelle	≤ 10% pour un rein

La scintigraphie au Tc^{99m}-DMSA reste la référence pour établir cette classification (140).

5.3 Classification histopathologique : (141).

Sur le plan microscopique, on distingue généralement quatre stades évolutifs :

- 1. Dysplasie rénale** : désorganisation architecturale, présence de cartilage, structures tubulaires immatures et fibrose interstitielle.
- 2. Sclérose segmentaire et interstitielle** : glomérulosclérose, atrophie tubulaire, infiltrats lymphoplasmocytaires.
- 3. Fibrose extensive avec perte de néphrons** : altération majeure de l'architecture, réduction de la densité néphronique.
- 4. Cicatrices corticales** : traduisant l'ischémie chronique, souvent associées à une distorsion du système pyélocaliciel.

L'importance de la classification histologique réside dans sa valeur pronostique, en lien direct avec la fonction rénale résiduelle et le risque d'évolution vers l'insuffisance rénale chronique. L'apport de l'immunohistochimie (CD68+, TGF- β , α -SMA) dans les études récentes a permis de mieux cerner l'implication des macrophages et du processus de fibrose rénale dans la progression de la NR (142).

Des études multicentriques pédiatriques européennes et asiatiques (143), (144) ont également mis en évidence des corrélations significatives entre l'étendue des lésions histologiques et la sévérité du reflux (grade IV-V), l'âge au diagnostic et la fréquence des infections urinaires fébriles.

Tableau 4 : Classification histologique de la néphropathie de reflux.

Type lésionnel	Aspect histologique	Implication clinique
Dysplasie rénale congénitale	Néphrons immatures, mésenchyme abondant	Forme congénitale pure, pronostic réservé
Cicatrice acquise	Fibrose interstitielle, atrophie tubulaire, infiltrat inflammatoire	Cicatrice post-infectieuse, évolutive si non traitée
Atrophie glomérulaire avancée	Sclérose glomérulaire, hyalinose	Risque élevé d'IRC terminale

5.5 Classification évolutive / pronostique : (145).

Le diagnostic repose principalement sur l'imagerie. La scintigraphie rénale statique au DMSA (Dimercaptosuccinique acid) reste l'examen de référence pour la détection des cicatrices rénales. Elle permet de distinguer les lésions actives des séquelles cicatricielles. L'échographie rénale permet de surveiller la croissance différentielle des reins, tandis que l'uro IRM rénale peut être utile dans certains cas complexes.

Tableau 5 : Classification pronostic de la néphropathie de reflux selon le risque d'insuffisance rénale chronique.

Groupe	Critères	Risque IRC
Bas risque	RVU bas grade, unilatéral, DMSA normal	Faible
Risque modéré	RVU de grade III–IV, DMSA anormal unilatéral	Moyen
Haut risque	RVU bilatéral grade V, rein unique fonctionnel, NRC	Élevé à très élevé

6. Retentissement de la néphropathie de reflux : (146).

La NR peut avoir des conséquences graves sur la fonction rénale, notamment :

- ✓ Cicatrices irréversibles du parenchyme rénal.
- ✓ Hypertension artérielle secondaire.
- ✓ Protéinurie persistante.
- ✓ Insuffisance rénale chronique, voire terminales, dans les cas bilatéraux sévères.
- ✓ Retentissement staturo-pondéral chez l'enfant en cas d'IRC avancée.

7. Évolution et pronostic :

L'évolution naturelle de la NR est influencée par divers paramètres, notamment l'âge au diagnostic, le grade du RVU, la fréquence des infections urinaires fébriles, et la rapidité de la prise en charge.

Une NR non contrôlée peut évoluer vers une hypertension artérielle, une protéinurie persistante et, dans les cas sévères, bilatéraux, le cours évolutif conduit l'évolution vers une insuffisance rénale chronique terminale (147).

La prévention des cicatrices rénales repose sur la prévention des infections urinaires, le traitement médical du RVU, et, dans certains cas, l'intervention chirurgicale (148).

8. Implications thérapeutiques :

La reconnaissance précoce de la NR est essentielle pour éviter l'évolution vers une néphropathie terminale. Le choix du traitement repose sur une approche individualisée, intégrant le grade du RVU, l'état du parenchyme rénal, l'âge de l'enfant, et la fréquence des infections.

Chapitre IX : DIAGNOSIC DU REFLUX VÉSICO-URÉTÉRAL.

I. Circonstances de découverte :

1. En période anténatale :

La pratique systématique de l'échographie prénatale a révolutionné le diagnostic et le pronostic des uropathies congénitales. Il est fréquent de détecter un RVU sévère dans 10 à 20% des cas lors de l'examen d'une dilatation des cavités urinaires excrétrices, avec une prévalence masculine plus élevée (149). Par ailleurs une échographie normale n'exclut pas un RVU.

2. En post natale :

Les circonstances de découverte du reflux chez l'enfant sont variées et peuvent être résumées par ces différentes situations cliniques :

➤ Le reflux vésico-urétéral symptomatique peut être révélé par une infection urinaire fébrile ou non dans 30 à 50% des cas (150), ainsi Levard décrit que 16% des cas avait déjà au moins une PNA non explorée par la cystographie. Le RVU primitif est souvent diagnostiqué au décours d'une première infection urinaire fébrile chez 39% des enfants de moins de 2 ans (151). Son mode de présentation varie selon l'âge, l'agressivité du germe et les prédispositions individuelles. Typiquement cela peut se traduire par un véritable tableau de pyélonéphrite aigue voire un syndrome septicémique. Elles (les circonstances de découvertes) apparaissent peu spécifiques et donc trompeuses, surtout chez le nourrisson (troubles digestifs, fièvre isolée inexplicée, retard de croissance, état général médiocre).

➤ Lors du dépistage d'un RVU en présence d'antécédents personnels et familiaux d'uropathie. Cette composante familiale est retrouvée chez 30% de la fratrie, et 66% dans la descendance de sujets atteints (152).

➤ Lors de l'exploration des signes d'immaturité vésicale : impériosités, fuites urinaires diurnes, énurésie, pollakiurie diurne ou nocturne .cette association avec le RVU primitif est confirmé par Koff chez 43% des enfants (107).

➤ Le RVU peut être détecté lors d'investigation d'une uropathie malformative, ou fortuitement lors d'investigation d'une hypertension artérielle, une insuffisance rénale, ou une protéinurie qui constituent les conséquences tardives de la néphropathie de reflux. Toutefois la relation de causalité ne peut être affirmée avec certitude sauf en cas de pyélonéphrites aiguës à répétition.

II. Examens complémentaires :

La suspicion clinique d'un reflux vésico-urétéral est suivi d'une confirmation radiologique et d'une appréciation de son retentissement sur le haut appareil urinaire.

1. Les examens radiologiques :

Le diagnostic positif du reflux reposera exclusivement sur les investigations radiologiques.

1.1. Cystographie mictionnelle : CUM (Cysto-Urétrogramme pendant la Miction).

Reste l'examen gold standard pour le diagnostic et la gradation du RVU du reflux selon les recommandations de l'EAU « European Association of urology » (153), Fiable et reproductible, haute spécificité, mais avec une sensibilité faible puisqu'un RVU est retrouvé secondairement dans 20% des cystographies initialement normales (154).

Elle consiste après stérilisation des urines, à injecter un produit iodé soit par cathétérisme urétral (urétérocystographie rétrograde mictionnelle) soit par ponction sus-pubienne, et reproduire le cycle remplissage-vidange de la vessie, comportant un abdomen sans préparation, un cliché au début du remplissage, en réplétion, une série de clichés centrés per et post mictionnels.

Le CUM permet de déterminer le type primitif ou secondaire, le grade du RVU selon la classification internationale des RVU, sa localisation uni ou bilatérale, apprécie son caractère passif se produisant lors du remplissage de la vessie ou actif lors de la miction et enfin une analyse morphologique de la vessie, la filière cervico urétrale et urètre, avec une éventuelle association avec un reflux intra-parenchymateux.

Parmi les inconvénients de cet examen, on note, outre le stress vécu par l'enfant et sa famille, l'exposition aux radiations ainsi que la nécessité d'un sondage vésical pouvant être source d'une infection urinaire iatrogène dans 20% des cas (155).

1.2. Cystographie isotopique directe «CID» :

La cystographie isotopique est une alternative moins irradiante que la cystographie radiologique pour le suivi du RVU, utilisant «

-^{99m}m colloïde ou DTPA» comme radio traceur, caractérisée par sa grande sensibilité détectant 91% RVU contre 45% grâce à la technique d'enregistrement continue, permettant une excellente analyse fonctionnelle et un faible taux d'irradiation (156).

En revanche, l'absence de l'analyse morphologique de l'urètre, et la difficulté de détecter les RVU de bas grade limite son indication.

Cet examen trouve ses indications dans le suivi d'enfants traités médicalement, la détection d'un RVU intermittent non objective à la cystographie radiologique (157,158).

1.3. Cystographie isotopique indirecte «CII» :

Cette technique diagnostique évite le traumatisme physique et psychologique du sondage. Elle est réalisée par l'injection intra veineuse d'un produit isotopique à élimination urinaire rapide habituellement le mercapto-acétyltriglycine marqué au technétium 99m (MAG3). Un RVU est suspecte, si on a détecté une accentuation de l'activité isotopique urétérale et/ou rénale.

Moins sensible que la CID, avec un taux de faux positif de 15% et manque dans plus de la moitié des cas, y compris certains de haut grade avec lésions rénales au DMSA, ainsi elle est moins utilisée pour détecter un RVU (159).

1.4. Échographie rénale :

L'échographie permet de détecter les signes indirects du RVU : dilatation pyélo-calicielle, urétérale, aspect épaissi de la muqueuse du bassinet. Elle n'est pas l'examen de référence pour le diagnostic d'un RVU, avec une sensibilité dans la détection du RVU au décours d'une infection urinaire fébrile, de 10% avec une valeur prédictive positive de 40%.

La détection d'un flux urétéral d'urine par l'écho-doppler couleur est sporadique et peut être complexe à différencier d'une onde urétérale antipéristaltique sur une vessie remplie (160) mais elle pourrait contribuer au diagnostic de pyélonéphrite.

L'échographie est pratiquée en première intention pour reconnaître une hydronéphrose en anténatal, après le premier épisode d'IU et pour le dépistage chez la fratrie des enfants ayant un RVU.

Une méta-analyse, comparant la performance de l'échographie à la scintigraphie au DMSA dans la détection des cicatrices rénales, décrit une sensibilité de 37% contre 100% (161).

Par contre une autre étude rétrospective ne trouve aucune corrélation entre les données échographiques après une IU fébrile et la présence ou le grade du RVU (162).

Le degré de dilatation est directement lié au grade du RVU et il disparaît partiellement et progressivement avec la croissance de l'enfant après la cure chirurgicale, par ailleurs l'absence de dilatation ne peut ni préjuger, ni éliminer un RVU de haut grade.

Par ailleurs dans le bilan d'un RVU, l'échographie permet une étude morphologique de l'appareil urinaire ainsi elle évalue l'échogénicité du parenchyme rénal à la recherche de foyers hyperéchogène ou de dysplasie, mesure son index cortico-médullaire (ICM), la taille des reins recherchant l'atrophie de néphropathie, dilatation des cavités excrétrices, ou une hypertrophie compensatrice.

Enfin elle permet de distinguer entre les RVU de hauts grades avec dilatation de ceux de faibles grades sans dilatation.

D'autre part, elle permet une étude morphologique de la vessie, sa capacité, l'épaisseur de sa paroi, détecté et mesuré un éventuel résidu post mictionnel.

1.5. Échocystographie de contraste :

L'échographie de contraste est une variante de l'échographie, faisant appel à un agent de contraste sans spécificité d'organe formé de microbulles d'un gaz fluoré, ce traceur hyperéchogène est injecté par cathétérisme urétral en intra vésical suivi d'un enregistrement continu pendant une demi-heure (163, 164). Elle possède une sensibilité de 81-100% et une spécificité de 86-97% (165), ainsi elle représente une alternative non irradiante à l'UCRM dans la moitié des cas.

1.6. Urographie par résonance magnétique :

Depuis son introduction dans les années 2000, l'uro-IRM a constamment son importance dans l'évaluation des voies urinaires de l'enfant (166),(167), en mode statique et dynamique sans exposition aux rayons (168). Le principe est comparable à celui de la scintigraphie dynamique, qui ne livre guère de détails anatomiques des voies urinaires mais avec une sensibilité légèrement moins bonne, comparée à la scintigraphie au MAG3 (167).

L'uro IRM est effectuée dans un premier temps en mode statique livrant des images détaillées de l'anatomie des voies urinaires puis il établit des courbes objectivant qualité de la fonction rénal et la progression du flux urinaire dans le temps (169).

L'étude de Owen J. et al conclut à un taux de spécificité de 90,5% et sensibilité de 100% dans la détection du RVU chez l'enfant (170), reste la durée souvent très longue de l'examen malgré une préparation optimale et la nécessité d'une sédation ou une anesthésie générale chez les tous petits, toutefois la technique «feed-and-sleep» (171) appliquée avec succès chez les nouveau-nés et les nourrissons, généralement si tranquilles dans leur sommeil naturel après l'allaitement.

1.7. Scintigraphie rénale au DMSA TC⁹⁹ :

Le DMSA est l'acide dimercapto-Succinique, marqué au technétium 99m. Il s'agit d'un examen statique, simple, reproductible et peu invasif, avec double intérêt diagnostique et évaluatif des lésions rénales.

Le DMSA est administré par l'injection intraveineuse, se fixe sélectivement sur les cellules du tube contourné proximale du néphron, reflétant la proportion des unités fonctionnelles, ainsi après environ 08 heures, on atteint le maximum de captation. Les données sont réceptionnées par une gamma-caméra, par des incidences postérieures et obliques postérieures. Les images acquises montrent une fixation corticale, alors que la médullaire et surtout les cavités pyélo-calicielles restent hypofixantes.

C'est l'examen de référence dans la détection des cicatrices rénales focales dues au RVU et parfois de visualiser l'atteinte parenchymateuse dans la pyélonéphrite aiguë ou séquellaire (172), et la quantification précise de la filtration rénale séparée (173), avec une sensibilité et une spécificité estimée respectivement à 80% et 100% dans le diagnostic des lésions rénales (2). Cependant la scintigraphie est indiquée 3 à 6 mois après une pyélonéphrite aiguë, car 83% des lésions diagnostiquées dans la phase aiguë régressent ou disparaissent (174), et dépassant ce délai les séquelles sont définitives et irréversibles.

La distinction entre une cicatrice rénale post reflux et une dysplasie rénale primitif reste un défi pour les techniques d'imagerie actuelles.

La scintigraphie rénale DMSA intervient dans l'évaluation initiale et la surveillance de cette uropathie refluyente recherchant le retentissement du reflux et/ou de l'infection sur le parenchyme rénal.

2- Examens biologiques et bactériologies :

Bien que le diagnostic de certitude du reflux vésico-urétéral (RVU) repose sur l'imagerie, en particulier la cystographie mictionnelle rétrograde, les examens biologiques occupent une place essentielle dans l'évaluation initiale, le dépistage des complications et le suivi thérapeutique. Leur pertinence est d'autant plus grande dans les formes asymptomatiques.

2.1 Examen cytotbactériologique des urines (ECBU) :

Selon Shaikh et al, une infection urinaire fébrile confirmée chez un enfant de moins de deux ans révèle un reflux dans environ 30 à 40% des cas, avec une fréquence accrue chez les garçons de moins d'un an et les filles après cet âge (175).

L'agent pathogène le plus souvent isolé dans les infections urinaires associées au RVU est *Escherichia coli*, représentant plus de 80% des cas. Ce germe possède des fimbriae spécifiques notamment P-fimbriae facilitant l'adhésion à l'urothélium et la migration ascendante vers le parenchyme rénal. Des bactéries moins fréquentes telles que *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis* ou *Enterobacter* spp. sont également retrouvées, surtout en cas d'hospitalisation prolongée ou de malformations urinaires complexes (176). (Tableau 6)

Le profil de sensibilité bactérienne, obtenu par antibiogramme, revêt une importance capitale dans un contexte d'augmentation globale des résistances aux antibiotiques. Haberman et al. rapportent une hausse significative des résistances aux céphalosporines de troisième génération et aux fluoroquinolones, justifiant un recours de plus en plus fréquent à l'antibiothérapie ciblée guidée par antibiogramme (177), (178).

Tableau 6 : Principaux germes retrouvés dans l'ECBU dans le diagnostic du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant (179), (180).

Germes les plus fréquents	Fréquence relative (%)	Caractéristiques microbiologiques	Résistance fréquente
Escherichia coli (uropathogène)	70–85%	Gram –, bacille, fimbriae P, hémolysine	Ampicilline, cotrimoxazole
Klebsiella pneumoniae	5–10%	Gram –, encapsulé, producteur de BLSE	Céphalosporines de 3 ^{ème} génération
Proteus mirabilis	5–8%	Gram –, producteur d'uréase, alcalinisant	Nitrofurantoïne, ampicilline
Enterobacter spp.	2–4%	Gram –, multirésistant, opportuniste	Céphalosporines, quinolones
Pseudomonas aeruginosa	< 2%	Gram –, aérobique strict, hospitalier	Très résistant, carbapénèmes parfois requis
Staphylococcus saprophyticus	< 1%	Gram +, cocci, infections post-pubertaires	Peu fréquent chez l'enfant

L'ECBU s'intègre à plusieurs niveaux de la prise en charge du RVU :

- ✓ **Diagnostic initial** : il permet de confirmer l'origine infectieuse des symptômes et oriente les examens morphologiques.
- ✓ **Contrôle post-thérapeutique** : un ECBU de contrôle à 48 ou 72 heures permet de vérifier la stérilisation urinaire et l'efficacité du traitement instauré.
- ✓ **Préparation à la chirurgie** : avant toute intervention, notamment par voie laparoscopique selon la technique de Lich Grégoir, un ECBU négatif est impératif afin de prévenir toute dissémination infectieuse per-opératoire.

Par ailleurs, la persistance d'ECBU positifs malgré les traitements ou leur répétition fréquente constituent un marqueur indirect de gravité du RVU, corrélée à un risque accru de néphropathie cicatricielle ou de dysplasie rénale évolutive (180).

2.2 La chimie urinaire par bandelette :

Selon Montini et al. (180) et Zorc et al. (179), la bandelette urinaire a une sensibilité de 85 à 90% pour la détection des infections urinaires fébriles, ce qui en fait un outil fiable pour initier précocement les investigations étiologiques. (Tableau 7)

Après réimplantation urétéro-vésicale, la bandelette urinaire reste utile pour :

- ✓ Surveiller la persistance d'une leucocyturie ou d'une hématurie : leur maintien au-delà de 10 jours peut témoigner d'une inflammation vésicale prolongée ou d'une infection nosocomiale.
- ✓ Dépister précocement une récurrence d'ITU : en particulier chez les enfants porteurs de vessie dysfonctionnelle ou en cas de traitement incomplet du reflux.
- ✓ Évaluer le statut urinaire lors des consultations de suivi.

Tableau 7 : Paramètres évalués par bandelette et leur interprétation.

Paramètre	Signification en contexte de RVU	Interprétation clinique
Leucocytes	Indiquent une leucocyturie, signe indirect d'infection ou inflammation	Un résultat positif oriente vers une infection urinaire
Nitrites	Produits par certaines bactéries (Gram négatifs)	Positifs = forte probabilité d'infection urinaire (≥ 90 % de spécificité)
Protéines	Révèlent une atteinte glomérulaire ou tubulaire en cas de reflux prolongé	Persistantes après chirurgie = suspicion de néphropathie de reflux
Sang	Souvent présent en cas de reflux actif ou de manipulation endovésicale	Peut persister après chirurgie ou s'observer en période aiguë
pH urinaire	Modifié par les germes uréase positif tel que les proteus ou troubles métaboliques	pH alcalin fréquent en cas d'infection à <i>Proteus mirabilis</i>
Glucose, corps cétoniques	Non spécifiques dans ce contexte	N'ont pas d'intérêt direct dans le diagnostic du RVU

2.3 Bilan biologique :

Le bilan inflammatoire est systématiquement demandé en cas de fièvre ou de suspicion de pyélonéphrite aiguë. Il aide à apprécier la sévérité de l'épisode infectieux et à orienter vers une atteinte haute.

2.3.1 Marqueurs biologiques conventionnels :

✓ La protéine C réactive (CRP) constitue le marqueur le plus sensible. Un taux supérieur à 30 - 40 mg/L est hautement évocateur d'une pyélonéphrite aiguë.

Plusieurs études ont mis en évidence une corrélation entre les taux de CRP et l'existence de lésions inflammatoires rénales visualisées en scintigraphie au DMSA (181).

✓ La vitesse de sédimentation (VS), bien que moins spécifique, mais utile dans les formes subaiguës ou chroniques, souvent supérieure à 25 mm à la 1ère heure.

Elle peut rester élevée plusieurs jours après l'épisode infectieux, témoignant d'une inflammation persistante, potentiellement associée à des séquelles rénales (182).

✓ La numération formule sanguine (NFS) montre fréquemment une hyperleucocytose à prédominance neutrophile, surtout en phase aiguë.

Elle participe à l'orientation vers une pyélonéphrite aiguë et peut guider la décision de mise en route d'une antibiothérapie parentérale en cas de signes de gravité (183).

2.3.2 Marqueurs urinaires d'inflammation :

a. Leucocyturie et nitriturie :

La leucocyturie est un signe classique d'infection urinaire, mais sa présence isolée n'est pas discriminante pour le diagnostic de RVU. En revanche, la nitriturie, témoignant d'une infection à germes producteurs de nitrites, notamment *E.coli*, est fortement suggestive d'une infection haute en cas de fièvre.

b. Cytokines urinaires (IL-6, IL-8) :

Des travaux récents ont exploré l'intérêt des cytokines urinaires comme biomarqueurs de la sévérité de l'inflammation rénale. L'IL-6 et l'IL-8 sont significativement augmentées dans les urines des enfants atteints de pyélonéphrite aiguë avec RVU, en lien avec la gravité des lésions scintigraphiques (184). Ces marqueurs pourraient constituer un outil complémentaire pour la stratification du risque.

2.3.3 Marqueurs de retentissement rénal :

Chez les enfants présentant un RVU modéré à sévère (grade III à V), il est impératif d'évaluer le **retentissement fonctionnel rénal** dès le diagnostic, puis au cours du suivi.

✓ Le dosage de la créatinine sérique permet une estimation du débit de filtration glomérulaire (DFG) selon la formule de Schwartz, adaptée à l'âge et à la taille de l'enfant. Une élévation même modérée doit alerter, surtout dans les formes bilatérales.

Une diminution du DFG à la phase diagnostique oriente vers une atteinte fonctionnelle, parfois silencieuse cliniquement, mais révélatrice d'une néphropathie de reflux débutante, surtout en cas de lésions cicatricielles bilatérales.

Plusieurs travaux récents ont montré que les enfants présentant un RVU de haut grade et un DFG $< 90 \text{ ml/min/1,73 m}^2$, calculé par la formule de Schwartz, sont davantage exposés à des complications évolutives telles que l'hypertension artérielle, la protéinurie et l'insuffisance rénale chronique (186).

Malgré sa simplicité, la formule de Schwartz peut être influencée par des variations biologiques de la créatinine, notamment en cas de malnutrition, de variations musculaires, ou chez le nourrisson. Des recommandations récentes plaident pour l'utilisation complémentaire de **la cystatine C** dans certaines situations à haut risque, permettant une meilleure estimation du DFG dans les formes limites (187).

✓ Protéinurie de 24h ou spot urinaire (rapport protéines/créatinine) :

Elle permet de dépister précocement une atteinte glomérulaire associée. La protéinurie persistante est un indicateur de gravité dans la néphropathie de reflux et peut précéder les signes de dysfonction rénale.

✓ L'**urée sanguine** complète l'évaluation et peut refléter une déshydratation ou une souffrance rénale.

✓ En cas de suspicion d'atteinte rénale chronique débutante, un ionogramme sanguin est utile pour rechercher une acidose métabolique ou des troubles électrolytiques.

La surveillance régulière de la fonction rénale est particulièrement justifiée en présence de cicatrices rénales documentées ou en cas de pyélonéphrites récidivantes.

La complémentarité des examens biologiques avec les explorations morphologiques permet une prise en charge globale et personnalisée du RVU primitif chez l'enfant. Ces examens, simples et accessibles, offrent une valeur prédictive importante pour le diagnostic d'infection, le dépistage de complications rénales silencieuses, et l'évaluation du pronostic fonctionnel à long terme.

III. Classification du RVU :

1. Généralités :

En 1985, le comité international du reflux vésico-urétéral chez l'enfant a établi une classification de cinq stades **de sévérité (I à V)** du RVU, en combinant deux classifications antérieures et elle se repose sur l'étendue de remontée de l'urine et le degré de la dilatation des cavités urétéro-pyélo-calicielles reculait sur la cystographie mictionnelle (172).

2. La classification internationale du reflux vésico-urétéral chez l'enfant : (Figure 23)

- ✓ **Grade I** : Le reflux atteint seulement l'uretère, sans dilatation.
- ✓ **Grade II** : Le reflux atteint le bassinet et les calices rénaux, sans dilatation.
- ✓ **Grade III** : Le reflux est accompagné d'une dilatation légère à modérée de l'uretère et du bassinet.
- ✓ **Grade IV** : Le reflux est accompagné d'une dilatation modérée à sévère de l'uretère et du bassinet, avec des calices modérément émousés.
- ✓ **Grade V** : Le reflux est accompagné d'une dilatation sévère de l'uretère et du bassinet, l'uretère tortueux avec des calices très dilatés, en boules.

Le reflux intra rénal est un facteur de gravité supplémentaire (188).

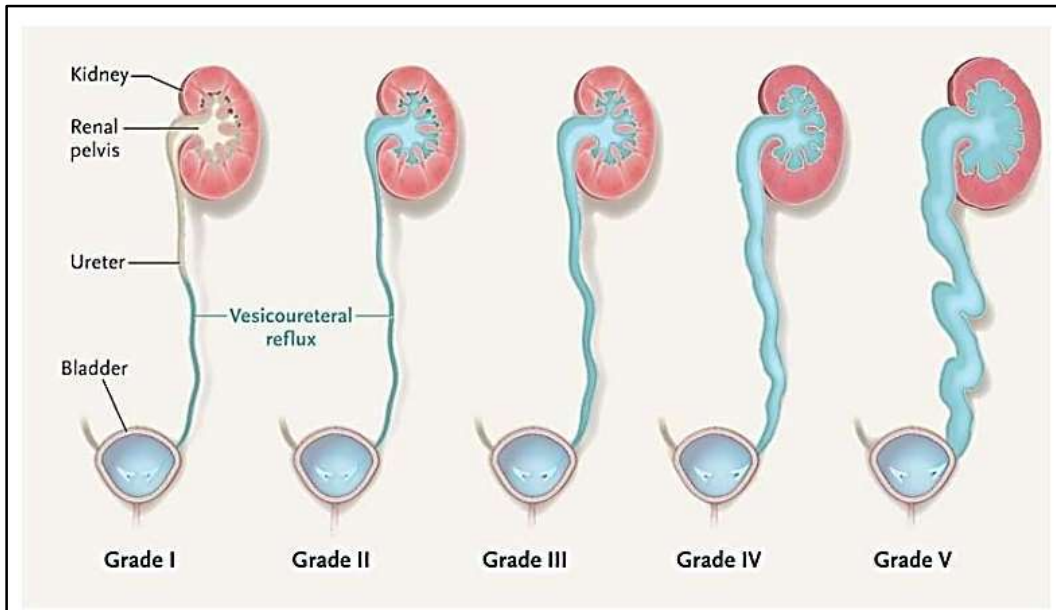


Figure 23 : Classification internationale du reflux vésico-urétéral (189).

3. L'intérêt de la classification internationale des grades du reflux vésico-urétéral :

3.1 Intérêt diagnostique :

Cette classification fournit un langage commun internationalement reconnu, facilitant la comparaison des études cliniques et l'harmonisation des pratiques. Elle permet une évaluation objective de la sévérité anatomique du reflux et constitue un élément fondamental du bilan initial, notamment pour orienter le suivi et les examens complémentaires (190).

3.2 Intérêt pronostique :

La gradation du RVU est corrélée au risque de complications rénales, en particulier la formation de cicatrices parenchymateuses :

- ✓ Les grades I à III sont généralement associés à un faible risque de lésions cicatricielles et présentent un taux élevé de résolution spontanée avec le temps, surtout chez les enfants de moins de 2 ans.
- ✓ Les grades IV et V, en revanche, sont fortement liés à un risque accru de pyélonéphrite aiguë, de néphropathie de reflux, et d'insuffisance rénale chronique progressive. Ces formes nécessitent souvent une surveillance renforcée et une intervention chirurgicale précoce (190).

3.3 Intérêt thérapeutique :

La classification influe directement sur la stratégie thérapeutique :

- ✓ Dans les formes légères à modérées (grades I à III), une prise en charge médicale conservatrice est souvent privilégiée (191).
- ✓ En revanche, les grades IV et V, notamment en présence d'infections urinaires récidivantes ou de lésions rénales objectivées à la scintigraphie DMSA, relèvent souvent d'une prise en charge chirurgicale, telle que la réimplantation urétérale selon la technique de Lich Grégoir (192).

3.4 Intérêt dans le suivi évolutif :

La classification permet également de suivre l'évolution du RVU dans le temps. Une régression du grade au cours du suivi est un critère de bon pronostic. Elle constitue également un outil d'évaluation post-thérapeutique, en comparant le grade avant et après traitement (193).

IV. Complications du RVU :

Le RVU peut évoluer silencieusement ou se manifester par des épisodes infectieux fébriles. L'absence de diagnostic et de prise en charge appropriée peut exposer l'enfant à des complications graves, parfois irréversibles, touchant le parenchyme rénal, le système urinaire inférieur, voire l'état de santé général à long terme. Ces complications varient selon le grade du reflux, l'âge de survenue, la présence de troubles mictionnels associés, et la répétition des infections urinaires (173).

1. Néphropathie de reflux (NR) :

La complication la plus redoutée du RVU est la néphropathie de reflux, caractérisée par des lésions cicatricielles du parenchyme rénal. Elle peut être primitive ou secondaire, consécutive à des épisodes répétés de pyélonéphrites aiguës.

- ✓ La prévalence des lésions cicatricielles est estimée entre 25 et 50 % chez les enfants avec RVU de grade élevé (IV–V) (194).
- ✓ La scintigraphie au DMSA est l'examen de référence pour mettre en évidence ces cicatrices, même en dehors des épisodes aigus (195).
- ✓ Ces lésions peuvent aboutir à une asymétrie fonctionnelle rénale, un retard de croissance rénale et à terme une insuffisance rénale chronique progressive (196).

2. Infections urinaires récidivantes :

Le RVU favorise la survenue d'infections urinaires hautes, en particulier de pyélonéphrites aiguës fébriles. Ces infections récidivantes sont souvent le premier signe révélateur du reflux.

- ✓ Leur fréquence est proportionnelle au grade du reflux et à la présence de troubles fonctionnels urinaires associés tels que le dysfonctionnement vésico-sphinctérien, et la constipation chronique.
- ✓ Elles exposent à un risque de septicémie chez les nourrissons, parfois inaugural, nécessitant une prise en charge en soins intensifs.

Les récurrences infectieuses altèrent la compliance vésicale, avec un risque accru de développer une lithiase rénale (197) et aggravent la progression vers la NR (198).

3. Hypertension artérielle :

La néphropathie du reflux est jugée être la cause majeure de l'hypertension artérielle sévère chez les enfants, affectant entre 5 à 30% d'entre eux (2), et peut se manifester même en l'absence d'insuffisance rénale.

Le mécanisme de l'hypertension artérielle demeure controversé, mais on incrimine les foyers d'ischémie segmentaire au sein des zones cicatricielles, accompagnée d'une accentuation de la synthèse de rénine. Cependant, il est vrai que les niveaux d'activité de la rénine plasmatique n'ont pas de valeur prédictive quant à l'apparition future de l'hypertension artérielle (175), qui est associée à un dysfonctionnement du transport du sodium par une diminution du nombre d'ATPase Na^+/K^+ , ce qui fait qu'il y a une composante hypovolémique à l'HTA.

L'HTA secondaire à une néphropathie du reflux est estimée à 3% dans l'adolescence, mais jusqu'à 56% chez l'adulte dans une série finlandaise (199).

Elle est proportionnellement plus fréquente chez les femmes, mais aussi la protéinurie ou l'insuffisance rénale, sont plus fréquentes chez les hommes, probablement en raison de la gravité des lésions (200), (201).

Il est donc important de procéder à un contrôle annuel de la pression artérielle et de la protéinurie pour détecter une éventuelle hypertension, en particulier 7 à 10 ans après l'identification de cicatrices rénales. Ceci a été démontré par l'étude menée par Silva et al, qui a révélé que 15% des patients pédiatriques diagnostiqués pour un RVU primaire ont développé une hypertension à l'âge de 21 ans (202).

4. Insuffisance rénale :

La néphropathie bilatérale du reflux demeure une des sources majeures d'insuffisance rénale terminale précoce chez l'enfant (33). Selon une étude, chez des enfants atteints d'insuffisance rénale chronique âgés de moins de 16 ans en France, on observe une incidence du RVU de 12,5 % (203). Selon les données des registres des patients insuffisants et transplantés rénaux, il semblerait que 25% des cas d'insuffisance rénale terminale chez les enfants en Italie soient attribuables aux lésions rénales liées au RVU (204). Pour ce qui est de l'Australie, ce pourcentage se situe entre 5 et 10% chez la population adulte (205).

Un groupe d'étude nord-américain de la transplantation rénale pédiatrique «NAPRTCS», a publié une étude démontrant que l'insuffisance rénale est associée à une néphropathie de reflux dans seulement 3,5% chez les enfants dialysés et 5,2% chez les enfants transplantés (206).

5. Autres complications :

5.1 Retard staturo-pondéral :

L'atteinte rénale chronique, l'inflammation récurrente et les hospitalisations fréquentes peuvent affecter la croissance de l'enfant :

- ✓ Des études ont mis en évidence une corrélation entre la sévérité du RVU et un déficit de croissance, en particulier chez les enfants présentant des troubles mictionnels chroniques associés (207).
- ✓ Ce retard peut être partiellement réversible après une prise en charge chirurgicale efficace et un contrôle des infections.

5.2 Atteinte psychologique et qualité de vie altérée :

Les enfants porteurs de RVU souffrent parfois d'une altération de leur qualité de vie liée aux hospitalisations répétées, aux traitements prolongés, à l'incontinence urinaire ou aux troubles sphinctériens.

- ✓ Les parents rapportent souvent un stress important lié à la peur des infections récidivantes ou de la chirurgie.
- ✓ Une prise en charge pluridisciplinaire intégrant un soutien psychologique est indiqué dans les cas chroniques ou complexes (208).

Chapitre X : RÔLE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE.

Rôle de l'intelligence artificielle dans le diagnostic et la prise en charge du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant.

Les progrès de la technologie informatique et des appareils numériques ont entraîné une croissance rapide des applications d'intelligence artificielle conçues pour aider au diagnostic, au traitement des patients et prédire l'évolution de la maladie.

1. Apport de l'IA dans le diagnostic :

L'IA, notamment les réseaux de neurones convolutionnels CNN (convolutional neural networks) et l'apprentissage profond (deep learning), montre un potentiel significatif pour l'analyse des images échographiques et de la cystographie mictionnelle CMU avec une sensibilité supérieure à 90% dans certaines études (208), (209).

Des modèles ont été développés pour identifier et classer le RVU avec une grande précision, réduisant la variabilité inter-observateur et offrant une méthode plus objective pour le grading du RVU. Ceci est particulièrement pertinent pour les grades subjectifs comme la tortuosité et la dilatation des uretères (210) (Figure 24).

Des algorithmes basés sur l'apprentissage automatique peuvent aider à définir mathématiquement des paramètres subjectifs d'imagerie, rendant les analyses plus précises et standardisées (211).

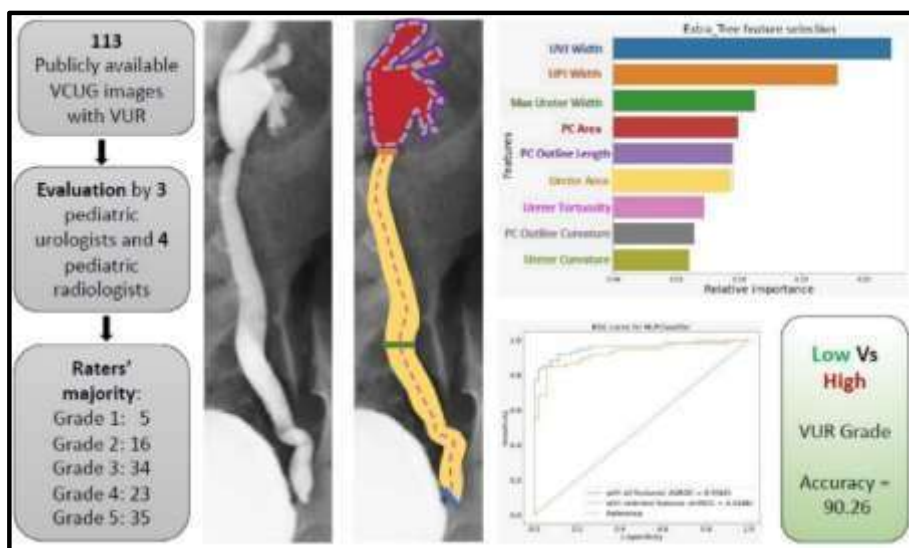


Figure 24 : Présentation du système permettant de distinguer le reflux vésico-urétéral de haut et de bas grade sur la base des images VCUG (214).

2. Apport de l'IA dans la prédiction de l'évolution :

Des modèles prédictifs basés sur l'IA peuvent estimer la probabilité de résolution spontanée du RVU et identifier les patients à risque de développer des cicatrices rénales ou des infections urinaires récurrentes (212) (Figure 25).

Des outils prédictifs intégrant des variables telles que l'âge, le sexe, le grade du reflux, l'historique infectieux et les anomalies du parenchyme rénal ont été développés et validés (213).

3. Apport de l'IA dans la décision thérapeutique :

L'IA peut servir d'outil d'aide à la décision en intégrant les données cliniques, d'imagerie et les facteurs pronostiques pour recommander la stratégie de traitement la plus appropriée (surveillance, antibioprophylaxie, chirurgie ouverte ou mini-invasive) (214).

Des études ont évalué la conformité des applications d'IA avec les directives de prise en charge du RVU telles que celles de l'American Urological Association - AUA, montrant une forte concordance, suggérant leur potentiel comme outils de support à la décision clinique (215).

Des modèles de prescription basés sur l'IA ont été développés pour optimiser les recommandations de prophylaxie antibiotique continue, équilibrant le risque d'infection et les effets secondaires à long terme des antibiotiques (216).

4. Perspectives futures :

Bien que prometteuse, l'intégration de l'IA dans la pratique clinique du RVU chez l'enfant reste confrontée à certains défis, notamment la nécessité de bases de données multicentriques volumineuses, la standardisation des algorithmes et la validation externe de ces outils.

Des initiatives internationales telles que le **Predictive Analytics for Pediatric Urology** et nationales développées aux États-Unis, système national d'apprentissage de la santé pédiatrique (PEDSnet) correspond à un partenariat entre huit hôpitaux pédiatriques indépendants visent à surmonter ces limites (217).

En résumé, l'intégration de l'intelligence artificielle dans la prise en charge du reflux vésico-urétéral primaire chez l'enfant offre des outils prometteurs pour affiner le diagnostic, prédire l'évolution de la maladie et guider les décisions thérapeutiques.

Ces avancées, couplées aux techniques chirurgicales mini-invasives comme la Lich-Gregoir par voie laparoscopique, contribuent à une prise en charge plus précise, personnalisée et moins invasive pour nos patients.

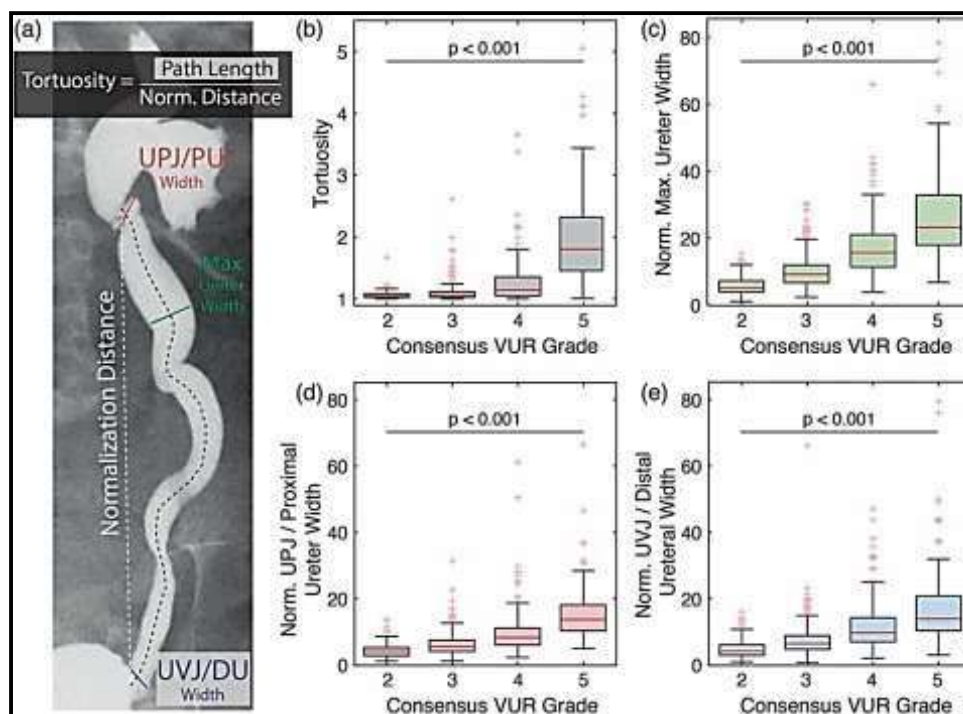


Figure 25 : Des modèles prédictifs basés sur l'IA Diagnostic et Pronostic.

a) Caractéristiques du modèle mises en évidence par le calcul de la tortuosité et de la distance de normalisation (Norm.) entre 2 points (pointillés blancs) et le trajet médian (pointillés noirs). Distribution des valeurs des caractéristiques de chaque grade consensuel pour la tortuosité (b), la largeur maximale normalisée (Max) de l'uretère (c), la largeur normalisée de la jonction urétéro- pelvienne (JUP)/uretère proximal (d) et la largeur normalisée de la jonction urétéro-vésicale (JUV)/uretère distal (DU) (e) (211).

Chapitre XI : MODALITÉS THÉRAPEUTIQUES.

L'objectif principal du traitement du reflux vésico-urétéral est de préserver le rein en évitant l'apparition de nouvelles cicatrices rénales, qui entraînent une détérioration graduelle du tissu rénal, conduisant à une hypertension artérielle et une insuffisance rénale terminale. Il favorise également une amélioration du bien-être des enfants, grâce à la diminution des hospitalisations dûes à l'apparition récurrente de pyélonéphrites (218).

Une étude thérapeutique, multicentrique, prospective et randomisée, menée par IRSC (International Reflux Study in Children) comparant l'efficacité du traitement chirurgical par rapport au traitement médical quant à la prévention des cicatrices revenant similaires, reste le seul avantage de la chirurgie est une réduction significative des pyélonéphrites aiguës (219).

Selon l'IRSC, les éléments prédictifs de cette résolution spontanée sont : L'âge de découverte supérieur à 5 ans, un faible grade et le caractère unilatéral (219).

Compte tenu de la possibilité d'une résolution spontanée de RVU avec la croissance, (220) l'abstention pourrait être une option thérapeutique judicieuse devant un RVU parfaitement toléré, asymptomatique et sans atteinte rénale.

Selon une étude suédoise, 50% des enfants présentant des RVU de grades I, II et III–V ont connu une résolution spontanée du reflux après 2, 5 et 8 ans respectivement avec un taux légèrement plus élevé pour les filles (221).

La prise en charge repose sur une approche multidisciplinaire tenant compte du grade du reflux, de l'âge de l'enfant, de la fonction rénale, ainsi que de l'existence d'épisodes infectieux.

1. Traitement médical :

Devant une pyélonéphrite aiguë, une double antibiothérapie, synergique et parentérale durant quelques jours est justifié.

Actuellement, des travaux ont approuvés l'efficacité du schéma de 3 jours de traitement parentéral suivi d'un relais oral (11), et l'efficacité des antibiotiques après l'âge de 6 mois ainsi la voie intraveineuse reste réservée aux nourrissons de moins de 3 mois (222).

L'antibioprophylaxie continue est proposée par Jean Smellie depuis 1975, l'antibioprophylaxie n'a pas comme objectif principal de traiter le reflux. Elle vise plutôt à réduire l'incidence des cicatrices rénales après pyélonéphrites et minimise leurs impacts possibles sur le parenchyme rénal, jusqu'à leur résolution spontanée ou la mise en place d'une plastie anti-reflux (223).

Ce traitement repose sur une désinfection constante et durable des urines, obtenue grâce à l'administration continue d'un antibiotique en monothérapie à forte élimination urinaire, en une prise quotidienne, à 25-30% de la posologie curative, en utilisant soit un antibiotique en traitement continu, soit deux antibiotiques par alternance de 15 jours.

Selon différentes séries d'études, le taux d'infections urinaires fluctue en présence d'antibioprophylaxie, il est de 21% dans le RVU de grade III et VI pour l'IRCS (224), de 17% pour Ruston (225), de 50% pour Yu et Cheen (226). Le taux de récurrence est de 20 à 40% sur une période de 5 ans (227).

Les principaux antibiotiques utilisés sont le Triméthoprim-Sulfaméthoxazole (TMP-SMZ) qui présente un risque de résistance par l'E.Coli de l'ordre de 33% (228), tout comme le pivmécilline, la nitroxoline, l'acide nalidixique, nitrofurantoin et Cefalexin. L'efficacité prophylactique du nitrofurantoin, supérieure à celle du TMP-SMZ, a été clairement établie (229).

Tableau 8 : Les antibiotiques proposés pour la prévention (11).

Les antibiotiques	Principales contre-indications	Effets indésirables les plus fréquents	Posologie en prophylaxie
Acide Nalidixique	- Avant 3 mois - Allergie aux quinolones	-Troubles digestifs -Manifestations neuromusculaires réversibles -Risque de photosensibilisation	30 mg/kg/j
Cotrimoxazole	Prématuré et nouveau-né avant 06 semaines	-Troubles digestifs -Eruptions cutanées	30 mg/kg/j
Amoxicilline	Allergie aux pénicillines	-Réaction allergique -Troubles digestifs	20-50 mg/kg/j

Ces traitements doivent être ajustés en fonction de leurs tolérances et leurs effets indésirables à long terme (tableau 08). Selon Cuning (230), le temps requis pour la résolution spontanée de 50% des RVU de grade (I, II, III) est généralement de 3 à 5 ans, tandis qu'avec une antibioprophylaxie, ce délai se réduit de 2 à 4 ans. Cette dernière présente le risque d'une non-conformité parentale variant entre 12 et 80% (225), ainsi que le danger de l'apparition de résistances bactériennes, en particulier contre l'E.Coli, qui peut atteindre 15 à 32% pour le Bactrim et 10 à 12% pour l'Amoxicilline/Acide Clavulanique (226).

Uhari avait mentionné des problèmes digestifs secondaires et des réactions allergiques liés à son usage quotidien tout au long de la période de traitement (231).

L'absence de recommandations sur la durée de l'antibioprophylaxie, et si sa prescription est systématique chez l'enfant, ainsi que sur les modalités de surveillance.

L'ISPN propose antibioprophylaxie de RVU de faible grade (I, II, III) jusqu'à l'âge de un an, et jusqu'à l'âge de 5 ans pour les hauts grades.

Dans la littérature, l'efficacité de l'antibioprophylaxie reste controversée.

Des travaux estiment que l'antibioprophylaxie prévient les infections urinaires récurrentes et donc, les cicatrices rénales, parmi lesquels, une étude randomisée menée par PRIVENT qui rapporte une diminution absolue de 06% des infections urinaires chez une population recevant l'antibioprophylaxie, quel que soit le sexe, l'âge et le degré du reflux (121).

Ce constat a été corroboré par plusieurs recherches multicentriques.

Une étude suédoise randomisée, axée sur le RVU grade III et IV, a révélé que les filles sous antibioprophylaxie ont un taux de réinfection urinaire nettement plus bas comparé à celles bénéficiant d'une simple surveillance (19% contre 57%), manquant chez les garçons (46).

Dans une autre recherche multicentrique, Hsin-Hsiao et al. (232) soulignent les bénéfices de l'antibioprophylaxie pour réduire les infections urinaires, sans néanmoins atténuer le risque de création de nouvelles cicatrices rénales.

À l'opposé, l'efficacité de cette antibioprophylaxie a été remise en question par plusieurs travaux. Garin et al, dans une étude multicentrique prospective, randomisée et contrôlée, conclu à l'absence du rôle de l'antibioprophylaxie concernant les récurrences d'infection urinaire et l'apparition de nouvelles cicatrices rénales chez les nourrissons avec reflux grades I, III (8).

Une autre étude multicentrique plus récente de Roussey-Kessler et al. a corroboré cette découverte. (233) Ces constatations ont été soulignées dans la méta-analyse de Williams et al. (234) et reprises par Oualha (235).

Cependant, il faut aussi tenir compte du risque de l'apparition de bactéries multirésistantes et l'importance des effets secondaires, delà l'évaluation de l'adoption d'une telle approche est complexe en raison des multiples éléments impliqués : le sexe et l'âge des patients, l'antibiotique administré, le niveau du reflux vésico-urétéral (RVU) ainsi que la présence ou non d'une dysplasie rénale associée.

En plus du traitement antibiotique, il est préconisé d'assurer une hygiène périnéale et de lutter contre la constipation, et les adhérences préputiales chez l'enfant.

Il est donc primordial durant l'antibioprophylaxie de dépister précocement toute réinfection et de s'assurer de la stérilité des urines au cours du traitement par des contrôles réguliers de celles-ci.

Le recours systématique à l'antibioprophylaxie fait encore l'objet de débats, notamment en raison :

- ✓ De l'émergence de souches bactériennes multirésistantes (236).
- ✓ Du risque potentiel d'effets secondaires liés à un usage prolongé.
- ✓ Du faible bénéfice en termes de préservation fonctionnelle chez les enfants à bas risque.

Ainsi, certains auteurs plaident pour une stratégie plus individualisée, tenant compte du risque infectieux réel et du profil évolutif du reflux, plutôt que de l'application uniforme de la prophylaxie (237).

Le traitement médical du RVU primitif chez l'enfant repose sur une stratégie conservatrice visant à prévenir les complications infectieuses et à favoriser une résolution spontanée du reflux.

Bien codifié dans les formes de bas grade et en l'absence de complications, il nécessite toutefois un suivi rigoureux et une évaluation régulière de l'efficacité thérapeutique.

L'individualisation du traitement, à la lumière des données récentes, constitue un enjeu majeur pour optimiser la prise en charge tout en limitant les effets indésirables.

2. Traitement endoscopique :

En 1981, l'urologue allemand Matouschek a élaboré l'idée du traitement endoscopique du RVU chez les adultes, utilisant le polytétrafluoroéthylène «Teflon», un matériau non biodégradable, comme masse inerte (238). Puis en 1984, O'Donnell et Puri ont élargi cette méthode appelée STING (Sub-Ureteric Teflon Injection) à la population pédiatrique en obtenant un taux de succès de 85% (239).

Le traitement endoscopique consiste à implanter par injection endoscopique d'une masse inerte sous la muqueuse du méat urétéral, ce qui entraîne une déformation et un allongement du trajet sous-muqueux. Cela permet de diminuer la béance méatique sans entraîner d'obstruction, de créer un appui postérieur contre lequel s'exerce la pression intra-vésicale (240) (Figure 26).

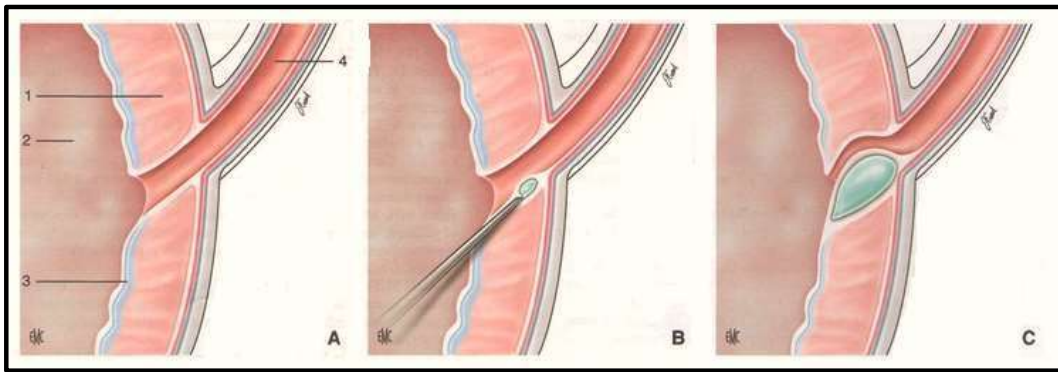


Figure 26 : Étapes du traitement endoscopique du reflux vésico-urétéral en coupes (241).

A- Aspect avant traitement. 1. Détruso. 2. Vessie. 3. Muqueuse vésicale. 4. uretère.

B- Ponction. C- Aspect après injection.

Il existe deux types de biomatériaux injectables :

➤ **Hétérologues** : le polytétrafluoroéthylène (Teflon) le plus anciennement utilisé, collagène bovin, polydiméthylsiloxane (macroplastique), dextranomer hyaluronique copolymère (Deflux) et l'hydroxyde d'apatite de calcium (Coaptite) substance radio-opaque, récente avec un recul insuffisant (242).

➤ **Autologues** : chondrocytes proposés par Atala et al en 1994 (243), graisse autologue première utilisation 1994 par Chancellor (244), collagène et muscle.

Le premier implant employé pour traiter le RVU était le Téflon (245), dont le taux de succès a fluctué entre 77% et 94%, selon les études sur une période de 20 ans (246-249). Par la suite, le Food and Drug Administration (FDA) a retiré le produit aux États-Unis à cause de ses complications. Parmi celles-ci, on compte la migration de particules de Téflon en raison de leur taille vers les voies sanguine et lymphatique situées près du lieu d'injection, voire jusqu'aux poumons et au cerveau, comme l'ont confirmé les recherches réalisées par Malizia et al, ainsi qu'Aaronson (250). On note aussi fréquemment une réaction granulomateuse autour de l'implant, souvent accompagnée de calcifications focales confirmées par les travaux de Bonnet (251).

C'est grâce à l'émergence du dextranomer/hyaluronique acid «Deflux» et du macro-plastique, ainsi que leur validation par la FDA que l'approche endoscopique a connu une croissance continue après 2001.

Le «Deflux» est composé de microbilles de dextranomère et d'acide hyaluronique, ayant une taille de 80-120µ. Ces composants sont des polysaccharides à la fois durable et biodégradables.

L'acide hyaluronique est un vecteur qui est éliminé après une semaine d'implantation. En revanche, le dextranomère, entouré par du collagène auto induit, sera progressivement réabsorbé sur une période de 4 à 5 ans, laissant en place la boule de collagène qui va assurer la stabilité des résultats (252).

La Macro-plastique est formée de 40% de particules de silicone (polydiméthylsiloxane) dans un gel lubrifiant (hydrogel de poly-vinyl-pyrrolidone). Sa première utilisation a été assurée par Schulman en 1992 pour le traitement du RVU (253). Ce produit présente une viscosité élevée, une taille importante qui freine sa migration, Ces caractéristiques lui garantissent une stabilité et une durabilité supérieure des résultats acquissent, comme l'ont démontré plusieurs recherches (254-257).

Dodat avait réalisé une analyse comparative entre le téflon et la Macroplastique, concluant que les résultats étaient meilleurs avec cette dernière (258).

En 2004, Kirsch proposa dans ces travaux, une modification de la technique d'injection classique qu'il a nommée technique d'implantation par hydro distension «HIT», conduisant à une augmentation du taux de réussite de 10% comparé à la technique STING (Figure 27) (259).



Figure 27 : Les sites d'injections. Méthode de HIT ou double HIT et Méthode de STING.

1-Injection intra urétérale proximale (HIT). 2- Injection intra urétérale distale (HIT). Méthode alternative.
3- Injection sous urétérale (STING). 4- Tunnel supérieur.

Source DEFLUX® [Package Insert]. Edison, NJ : Oceana Therapeutics (US), Inc ; 2009.

L'injection endoscopique offre un traitement mini invasif, réalisé en ambulatoire avec un faible taux de complications .En revanche, elle est moins performante que la réimplantation urétérale pour les reflux de haut grades (260).

Des méta-analyses récentes concernant le traitement endoscopique du RVU indiquent que le taux de résolution du RVU suite à une première injection est de 79% pour les grades I-II, de 72% pour le grade III et de 65% pour le grade IV(261).

Dans une revue systématique comportant plus de 47 études, Routh et al. rapportent un taux de réussite global à trois mois de 77% après la première injection endoscopique de Deflux (262). Il convient de noter que les taux de réussite à court terme varient considérablement entre 59-95% par uretère traité (263).

Une étude Algérienne sur l'apport de l'endoscopie dans le traitement du RVU chez l'enfant avec la méthode Sting, Hadjou Belaid décrit un taux de réussite de 69,3% suite à la première injection, porté à 73.9% après une seconde injection effectuée dans un délai de 4-6 mois (264).

L'efficacité à long terme du traitement endoscopique, reste discutée. Une recherche suédoise, conduite par Lackgren, a enregistré 78% de résultats positifs grâce à l'utilisation de Deflux® ; cependant, un tiers des patients ont nécessité une seconde injection après deux ans de suivi (260).

Toutefois, il est recommandé de pratiquer une échographie rénale et une UCR pour chaque patient traité par endoscopie. Cependant, le calendrier et le mode de surveillance, continue d'être un sujet de débat mais il est raisonnable d'effectuer une UCR devant toute pyélonéphrite récurrente.

En 2010, la société suisse d'urologie pédiatrique avait classé l'approche endoscopique comme une alternative appropriée à la chirurgie de réimplantation et à l'antibiothérapie prophylactique à long terme, notamment en cas de non-respect du traitement médical (263).

Si les avantages de la voie endoscopique pour la correction du reflux vésico-rénal ne sont plus à démontrer, c'est le matériau utilisé qui, chez l'enfant, est source de grandes controverses.

La technique endoscopique demeure pertinente, bien que le téflon ait été substitué par divers biomatériaux qui permettent non seulement de restreindre les complications tout en augmentant le taux de réussite. En outre, des écrivains tels que Valla (265) ont compilé les caractéristiques nécessaires. Pour l'élaboration d'un produit parfait, un produit biocompatible qui ne provoque ni inflammation, ni risque de cancer à court ou à long terme, stérilisable, non résorbable, sans risque de migration, assez robuste pour produire l'effet thérapeutique souhaité et de préférence à un coût abordable.

Bien que les bénéfices de l'approche endoscopique pour traiter le reflux vésico-rénal soient indéniables, c'est le choix du matériau utilisé qui suscite de vives controverses, notamment chez l'enfant.

Les principales indications du traitement endoscopique comprennent : (266).

- ✓ Le RVU primaire de grade I à III, bien que certains auteurs l'utilisent jusqu'au grade IV dans certaines conditions.
- ✓ L'échec du traitement médical dans les grades modérés à élevés (III et IV) ainsi le recours à la technique HIT ou Double HIT améliore alors les résultats.
- ✓ L'absence de malformation urogénitale sous-jacente.
- ✓ La mauvaise observance du traitement médical prophylactique.
- ✓ La survenue d'infections urinaires fébriles malgré le traitement antibiotique prophylactique.
- ✓ Reste la préférence parentale pour une approche mini-invasive à condition que l'indication médicale soit pertinente et que les limites de la technique soient bien expliquées.

Certaines équipes l'utilisent également en première ligne pour éviter une chirurgie plus invasive, notamment chez les jeunes enfants.

Certaines indications font l'objet de débats dans la littérature :

- ✓ Reflux bilatéraux : les taux de succès sont plus faibles et le risque de récurrence plus élevé.
- ✓ Antécédents de néphropathie de reflux : en cas de cicatrices rénales confirmées, certains préfèrent une approche chirurgicale plus radicale.
- ✓ Reflux associé à anomalies urologiques (urétérocèle, duplication urétérale) : ces situations relèvent généralement d'une prise en charge chirurgicale directe, sauf exception.

Les meilleures indications du traitement endoscopique concernent les formes de RVU primaire, unilatéral ou bilatéral de bas grade, symptomatique ou échappant au traitement médical prophylactique. Le choix de cette approche doit être individualisé, en tenant compte de l'âge, du grade du reflux, de l'état rénal, de la fréquence des infections, et du contexte familial. Une information claire sur les taux de succès, les possibilités de récurrence, et les alternatives chirurgicales est indispensable dans la prise de décision partagée.

Une étude multicentrique européenne récente a confirmé une efficacité durable dans 80% des cas à 3 ans, mais avec des taux de récurrence non négligeables, en particulier dans les formes bilatérales ou sévères (266)

Le manque d'études méthodologiquement appropriées entrave actuellement la validation clinique de l'efficacité de l'endoscopie anti-reflux. Dans les études suédoises prospectives randomisées les plus récentes qui ont comparé trois approches thérapeutiques, un traitement endoscopique, une antibioprophylaxie et une surveillance sans antibioprophylaxie sur un échantillon de 203 enfants de un à deux ans souffrant d'un reflux de grade III/IV. Le traitement endoscopique a montré le meilleur taux de résolution avec 71%, contre 39% et 47% pour les groupes ayant reçu l'antibioprophylaxie et la simple surveillance respectivement, après deux années d'observation.

Le taux de récurrence à deux ans après le traitement endoscopique était de 20%. La survenue d'infections urinaires fébriles et de formation de cicatrices était la plus élevée dans le groupe de surveillance, avec respectivement 57% et 11%. Le taux de formation de nouvelles cicatrices était plus élevé avec l'injection endoscopique (7%) qu'avec la prophylaxie antibiotique (0%) (267). Des études de suivi plus longues sont nécessaires pour valider ces résultats

Le traitement endoscopique peut être utilisée pour traiter le reflux vésico-urétéral de haut grade symptomatique chez les nourrissons, avec un taux de guérison plus élevé que celui du traitement médical. Néanmoins, une résolution ou une régression peut être possible dans des circonstances favorables, telles qu'une atteinte unilatérale, un grade IV et un faible résidu urinaire (268).

Le traitement endoscopique constitue une option intermédiaire entre le traitement médical prolongé et la chirurgie de réimplantation. Il peut être envisagé en première intention pour les grades I à III, ou en alternative chez des patients à haut risque chirurgical. Néanmoins, les résultats étant parfois inférieurs à ceux de la réimplantation urétéro-vésicale, le choix du traitement doit être individualisé, en tenant compte du grade du reflux, de l'âge de l'enfant, du retentissement sur le parenchyme rénal et des antécédents d'infection urinaire fébrile (269).

Le traitement endoscopique du RVU primitif chez l'enfant est une technique efficace, sûre et peu invasive, bien adaptée à certaines indications. Son utilisation doit toutefois être raisonnée, en tenant compte des limites techniques et du risque de récurrence, en particulier dans les grades élevés. Une évaluation rigoureuse pré- et post-opératoire reste indispensable pour optimiser les résultats.

3. Circoncision :

La circoncision est une coutume ancestrale dont les racines peuvent être retracées jusqu'à l'Égypte antique (3000 av. J.C) et au Proche- Orient.

Elle était effectuée à des buts rituels et religieux, en particulier chez les Juifs et tous les musulmans ou pour des raisons hygiéniques (270), et culturelles aux États-Unis, en Philippines, en Europe ainsi qu'en Corée du Sud.

La circoncision peut être effectuée pour des raisons thérapeutiques, elle est alors appelée «**posthectomy**» ; notamment dans le traitement des phimosis , des paraphimosis et des balanites récidivantes chez le nourrisson de sexe masculin non circoncis. La présence du prépuce constitue un facteur additionnel de risque d'infections urinaires, en raison de la colonisation bactérienne sous-préputiale favorisée par l'humidité, la macération et une hygiène parfois difficile en bas âge. Cette colonisation bactérienne augmente la charge bactérienne périnéale et facilite l'ascension pathogène vers la vessie et les voies urinaires supérieures (271).

Plusieurs études ont démontré que la circoncision réduit significativement le risque d'infections urinaires chez les garçons porteurs de RVU, en diminuant le réservoir bactérien potentiel au niveau du méat urétral.

Dans la littérature, nous rapportons deux méta-analyses prouvant le rôle que joue la circoncision dans la réduction de l'incidence des infections urinaires. La première concerne les enfants atteints d'ANH. Ce bénéfice était constant, quelle que soit la cause sous-jacente de l'hydronéphrose (272).

La deuxième méta-analyse, plus récente, conduite en 2023 par Chan et al (273), regroupant 9 000 nourrissons ayant une hydronéphrose anténatale ou un RVU, a montré une réduction marquée du risque d'infection urinaire chez les garçons circoncis (4,9%) comparé aux non circoncis (18,1%). D'autres études de cohorte prospectives confirment ce bénéfice (274), (275).

Les recommandations récentes de l'EAU/ESPU (2023) reconnaissent la circoncision comme une stratégie préventive envisageable chez les garçons présentant un RVU de haut grade associé à des épisodes récurrents d'infections urinaires malgré l'antibioprophylaxie (276).

Toutefois, certaines études suggèrent que la circoncision pourrait également réduire indirectement la pression infectieuse sur le rein, limitant ainsi le risque de cicatrisation rénale secondaire au RVU (277).

Globalement, elle constitue donc une option conservatrice pertinente à intégrer dans la prise en charge multimodale du RVU, complétant les recommandations d'antibioprophylaxie ou de chirurgie.

4. Traitement chirurgical conventionnel :

La cure chirurgicale du RVU permet dans 95% des cas de corriger l'anomalie en l'absence d'uropathie associée (278), elle demeure le traitement de référence en termes d'efficacité thérapeutique (279).

Depuis la première description d'un procédé d'élongation de l'uretère intra-vésical par Hutch en 1952 pour établir une valve anti-reflux chez un patient paraplégique atteint de RVU, la chirurgie a connu un développement significatif (18).

Au cours des 50 dernières années, de nombreuses méthodes chirurgicales ont émergé à partir des études de Politano et Leadbetter (280), qui ont été rapidement suivies dans les années 1960 par celles de Lich-Gregoir (24,25), Glenn et Anderson (281), selon Cohen (282) et Gil-Vernet (283), réalisées à ciel ouvert avant l'émergence des méthodes endoscopiques détaillées par Puri et O'Donnell, ainsi que des approches laparoscopiques et robotiques.

Le but du traitement du RVU primitif de l'enfant est de prévenir l'apparition ou l'aggravation de la néphropathie du reflux (284). Afin d'obtenir des résultats allant respectivement de 95 à 98% tous grades confondus (159)

Les indications chirurgicales du RVU primitif chez l'enfant se basent habituellement sur l'existence de cicatrices rénales ou d'infections urinaires fébriles non maîtrisées par le traitement médical, sur la dégradation manifeste de la fonction rénale ou lorsque le reflux persiste et inchangé (3).

4.1. Principes de la réimplantation : (285)

Il est impossible de reconstituer exactement le mécanisme complexe de la jonction urétéro-vésicale, toutefois la réimplantation urétérale doit respecter les principes suivants :

- L'uretère doit passer dans un tunnel sous muqueux.
- Le trajet sous muqueux doit être suffisamment long : égal à au moins quatre fois le diamètre urétéral selon la règle de Paquin ; ainsi le trajet de réimplantation sera donc d'autant plus long que l'uretère est dilaté.
- Un bon appui urétéral postérieur, l'effet de la valve anti reflux est dû à l'occlusion de l'uretère réimplanté, sous l'effet de la pression vésicale.

- Un bon amarrage urétéral au détrusor.
- Le respect de la vascularisation urétérale adventitielle.

4.2. Voies d'abord : (286).

1. Incision de Pfannenstiel :

- Avantages : esthétique et solide.
- Inconvénients : délabrements musculaire.

2. Faux Pfannenstiel :

- Avantages : garde les avantages de l'incision de Pfannenstiel mais sans ses inconvénients.

3. Médiane sous ombilicale :

- Avantages : simple avec un large champ opératoire.
- Inconvénients : inesthétique avec risque d'éventration post opératoire.

4.3. Classification des techniques :

Les techniques chirurgicales sont classées selon deux critères principaux : Le type de plastie anti-reflux et la voie d'abord de l'uretère (287).

➤ Selon le type de plastie anti-reflux : On peut classer les différentes techniques en deux groupes selon qu'elles respectent ou non le point d'entrée de l'uretère dans la vessie.

✓ Les techniques supra hiatales :

Elles ont en commun la création d'un nouveau hiatus urétéral d'entrée et d'un trajet sous muqueux en aval.

✓ Les techniques Infra hiatales :

Elles ont en commun le respect du hiatus urétéral natif et allongement du trajet sous-muqueux de l'uretère. Ce type de procédé est réalisable : soit en créant un nouveau trajet sous-muqueux plus long que le trajet natif, soit en réalisant une plastie muqueuse qui allonge le trajet sous muqueux déjà existant.

➤ Selon la voie d'abord de l'uretère :

L'uretère pelvien peut être abordé de plusieurs manières :

- ✓ Endo-vésicale : Cette voie d'abord permet l'abord intra-vésicale de la jonction urétéro-vésicale par une cystostomie, reste son principal inconvénient une incision détrusorienne large et une dissection aveugle de l'uretère dans sa partie juxta-vésicale, ce qui comporte des risques de lésions.
- ✓ Extra-vésicale : l'abord purement extra-vésical respecte le détrusor, ce qui diminue les risques de saignement, les douleurs postopératoires et les spasmes vésicaux. Cet abord diminue aussi le temps de drainage postopératoire.
- ✓ Mixte : voie d'abord plus large et plus délabrante mais permettant une mobilisation plus étendue de l'uretère.

➤ Les réimplantations urétéro-vésicales avec système anti-reflux :

Ce sont des interventions indiquées pour prévenir ou corriger le reflux vésico-urétéral (288).

Les réimplantations urétéro-vésicales avec système anti-reflux par voie intra-vésicale :

a. L'opération de Leadbetter - Politano (1956).

b. Les plasties par avancement urétéral sous muqueux :

- Le procédé de Glenn - Anderson (1967).
- Le procédé de Cohen.

Les réimplantations urétéro-vésicales avec plastie anti-reflux par voie extra-vésicale :

c. La technique de Lich Gregoir : objet de notre étude.

Les réimplantations urétéro-vésicales avec plastie anti-reflux par voie mixte intra et extra- vésicale :

d. L'opération de Paquin (1959).

e. L'opération de Hendren-Mollard.

Tableau 9 : Récapitulatif des techniques décrites en fonction du type de plastie anti-reflux et de la voie d'abord de l'uretère (289).

Voie d'abord	Supra-hiatale		Infra-hiatale	
Endo-vésicale	Hutch 1		Cohen Glenn-Anderson Innes-Williams Brisset et Schulman	Gil-Vernet Bischoff Whiterington Hutch 2
Extra-vésicale	Lich-Gregoir Bradic	Zaontz Mathisen 1		
Mixte	Politano-Leadbetter Chatelain-Kuss Hendren-Mollard	Paquin Fielding Mathisen 2		

4.4. Techniques supra-hiatales :

4.4.1. Voie d'abord endo-vésicale :

4.4.1.1. Technique de Hutch première manière :

Son principe est de restaurer un solide support musculaire en arrière de l'uretère, sans toucher au méat urétéral.

La vessie est incisée dans l'axe du trajet urétéral intramural, et l'uretère est alors disséqué dans toute sa partie terminale (intramurale et juxta-vésicale) en respectant le méat urétéral. Il est ensuite attiré dans la vessie pour former une boucle dans la cavité vésicale, et le détrusor et la muqueuse vésicale sont refermés en arrière de l'uretère pour reformer un support musculaire. On réalise ainsi une intra- vésicalisation de l'uretère juxta-vésical sans recréer de réel trajet sous-muqueux. Il existe, en outre, un risque de sténose urétérale. C'est une technique qui présente un taux d'échec de 25-30%, et elle est actuellement abandonnée (Figure 28) (290).

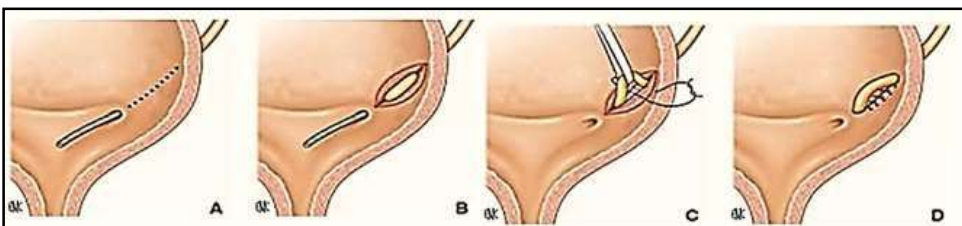


Figure 28 : Technique de Hutch première manière (291).

A. Incision. B. Dissection de l'uretère terminal. C. Attraction de l'uretère dans la vessie.

D. Suture de la paroi vésicale en arrière de l'uretère.

4.4.2. Voie d'abord extra-vésicale :

4.4.2.1. Technique de Mathisen1 :

La première technique décrite en 1960, consiste à disséquer puis sectionner l'uretère terminal par voie extra-vésicale. Un lambeau musculaire à base postéro-supérieure est taillé sur la face latérale de la vessie, puis tubulisé sur l'uretère et enfin le montage est invaginé dans la vessie et la paroi refermée dans la vessie. Il s'agit d'une technique historique qui n'est plus utilisée de nos jours (Figure 29) (292).

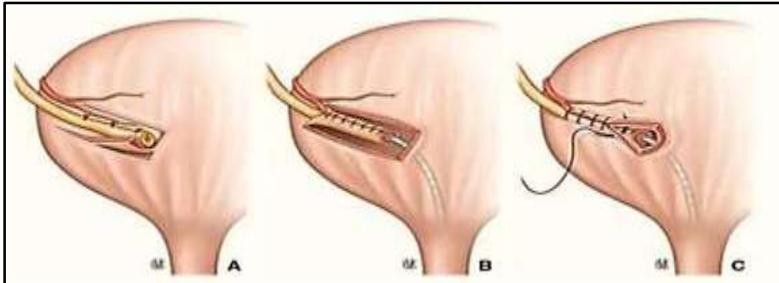


Figure 29 : La première technique de Mathisen (291).

A. Taille du lambeau vésical. **B.** Tubérisation du lambeau autour d'uretère. **C.** Invagination du lambeau de la paroi vésicale.

4.4.2.2. Technique de Lich Gregoir :

Elle est décrite simultanément en 1964 par Lich et Gregoir, elle se caractérise par l'enfouissement extra-vésical de l'uretère juxta-vésical. Cette technique reste la plus simple et la plus reproductible avec de très bons résultats. Elle consiste à aborder l'uretère sans lésé sa vascularisation par voie sous-péritonéale, rétro vésicale dans l'espace de retzius sans ouvrir la vessie. L'approche de la portion distale pré vésicale de l'uretère doit être prudente afin de ne pas léser le canal déférent chez le garçon qui croise l'uretère. Ainsi la paroi séro-musculaire du détrusor est incisée le long du trajet de l'uretère sur quelques centimètres jusqu'à la muqueuse, puis elle est disséquée sur ses deux bords latéraux en préservant le plexus nerveux pré vésical. L'uretère est repoussé sur ce segment contre la muqueuse vésicale, et le détrusor est refermé par des points séparés (293,294).

En 1987, Zaontz et coll (295) ont modifié la technique de la façon suivante : l'uretère intra mural est disséqué entièrement par voie extra vésicale. Il ne reste fixé que par ses connexions avec la muqueuse. Un trajet sous- muqueux est réalisé par voie extra vésicale en direction du trigone. Le méat urétéral est avancé et fixé à la région trigonale à l'aide de deux points tracteurs, sans ouverture de la muqueuse vésicale. Le détrusor est refermé à points séparés par-dessus l'uretère. L'auteur réussit à 93% (avec 120 uretères réimplantés) et considère comme bénéfique central l'approche strictement extra-vésicale. Toutefois, on peut lui faire le reproche de ne pas permettre l'inspection du méat ni la suppression de l'uretère terminal lorsqu'il est pathologique, et de ne pas offrir un soutien solide à l'uretère, étant donné qu'il est affaibli par la suture.

Bradic et coll (296) rapportent des modifications, s'inspirant de la technique de transplantation rénale dont la partie distale pré méatique a été sectionnée, puis l'anastomose urétéro-muqueuse est réalisée, créant un trajet sous muqueux sur la face antérieure du dôme vésical. Le muscle est refermé par des points séparés chargeant l'adventice urétéral.

En dehors de la transplantation rénale, l'auteur présente des résultats indiquant, avec un suivi de deux ans, un taux de réussite de 96%, une persistance du reflux à 3% et une sténose à 1% sur un total de 824 uretères réimplantés (297).

➤ **Avantage :**

- Abord urétéral extra vésical exclusif.
- Respect du méat urétéral.
- Réduction des spasmes vésicaux, de la douleur post opératoire et la durée d'hospitalisation.

➤ **Inconvénients :**

- Ne supprime pas l'uretère terminal et le méat lorsqu'ils sont pathologiques.
- Risque de sténose si l'uretère est dilaté, paroi vésicale épaisse ou fermeture trop serrée.
- Cas de troubles mictionnels lors des réimplantations urétérales bilatérales.
- Son taux de succès a été évalué à 95,6% des cas (Figure 30).

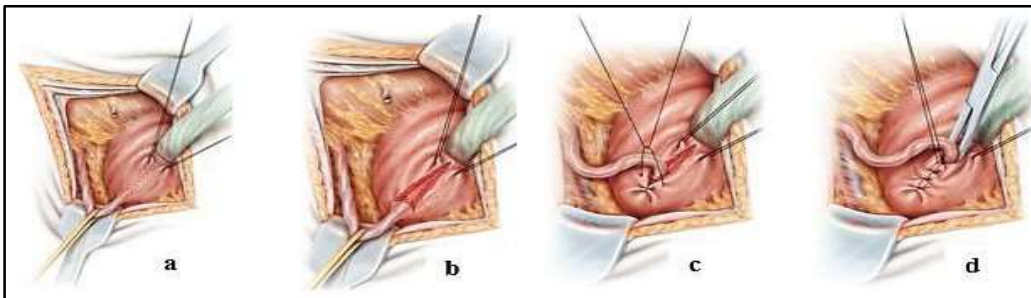


Figure 30 : Technique de Lich Gregoir (298).

a. Placer des points repères sur la paroi latérale de la vessie pour éviter la plicature du détrusor.

b. L'incision du détrusor suivant le trajet. **c./d.** Suture du muscle par-dessus l'uretère.

4.4.3. Voie d'abord mixte :

4.4.3.1. Techniques de Politano-Leadbetter :

Le principe consiste à désinsérer l'uretère terminal par voie mixte en créant un nouvel orifice d'entrée rétro-vésical plus haut et plus médian, situé entre 05-15 mm au-dessus de l'ancien et suit un trajet sous muqueux longitudinal créé entre les deux hiatus. Ce procédé offre un système anti reflux très efficace.

On réalise une incision muqueuse péri-méatique par voie endo-vésicale. L'uretère est disséqué sur tout son trajet intramural et juxta-vésical avant d'être repoussé hors de la vessie. Un nouveau trajet sous-muqueux est réalisé dans l'axe de l'uretère normal à partir de l'orifice du méat natif jusqu'à une nouvelle incision trans-pariétale éloignée de quelques centimètres plus haute et plus médiane. L'uretère est alors réintroduit dans la vessie au travers de cette nouvelle incision puis il est glissé dans le trajet sous-muqueux jusqu'à l'incision péri-méatique initiale. Le méat est réinséré à sa place initiale et l'incision muqueuse en regard du point de pénétration de l'uretère est refermée.

Cette intervention a de larges indications, et peut être réalisée quelle que soit la qualité de la paroi vésicale, à l'exception des parois fibreuses et surtout quelle que soit la taille du trigone. Son inconvénient principal est le risque de coudure au niveau du point d'entrée lors du remplissage vésical et d'obstruction, ce problème est résolu par la modification de Mollard qui décroise l'uretère avec les éléments du ligament large (299) (Figure 31). Selon les auteurs le taux de succès varie entre 94% et 98%.

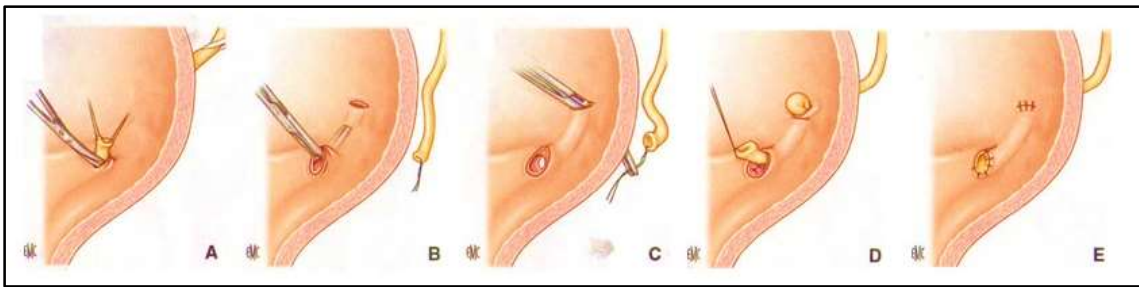


Figure 31 : Technique de Politano-Leadbetter.

A. Dissection de l'uretère. **B.** Création d'un nouveau trajet sous muqueux et d'un nouveau hiatus. **C.** Attraction de l'uretère à travers le nouveau hiatus. **D.** Attraction de l'uretère dans le trajet sous muqueux. **E.** Réinsertion de l'uretère à sa place initiale et fermeture de l'orifice muqueux.

4.4.3.2. Technique de Paquin :

L'uretère pelvien est disséqué puis sectionné au raz du hiatus par voie extra-vésicale, la partie intramurale étant abandonnée. Une large cystotomie est réalisée jusqu'au point choisi pour la création du nouvel hiatus. Un tunnel sous- muqueux est alors réalisé, en direction du col, jusqu'à un nouvel orifice situé plus haut et plus en arrière que le précédent. Lors de l'anastomose urétéro-muqueuse, on réalise un manchon en évaginant la terminaison de l'uretère. Cette manœuvre est facilitée par l'incision longitudinale de l'extrémité, sur sa face avasculaire. Son but est de réaliser une sangle musculaire au néo-méat et de renforcer ainsi sa compétence (300).

Cette technique est actuellement abandonnée sauf pour la réimplantation des méga-uretères où elle reste une technique couramment utilisée. (Figure 32)

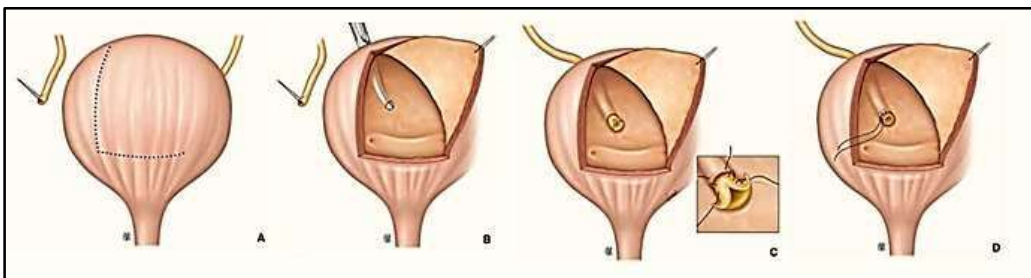


Figure 32 : Technique de Paquin (291).

A. Dissection de l'uretère par voie extra vésicale puis large cystotomie. **B.** Création du trajet sous muqueux. **C.** Mise en place de l'uretère en cartouche (éversion de l'extrémité urétérale en manchon). **D.** Aspect final.

4.4.3.3. Technique de Kuss-Chatelain :

Cette Technique a le même principe que celle de Politano-Leadbetter, avec quelques modifications (Figure 33). Kuss et Chatelain ont proposé de disséquer plus largement la partie juxta-vésicale de l'uretère par voie extra-vésicale, afin de permettre son décroisement avec les vaisseaux génitaux et l'artère ombilicale. Ce procédé permet de décrire un trajet direct sans coude (301).

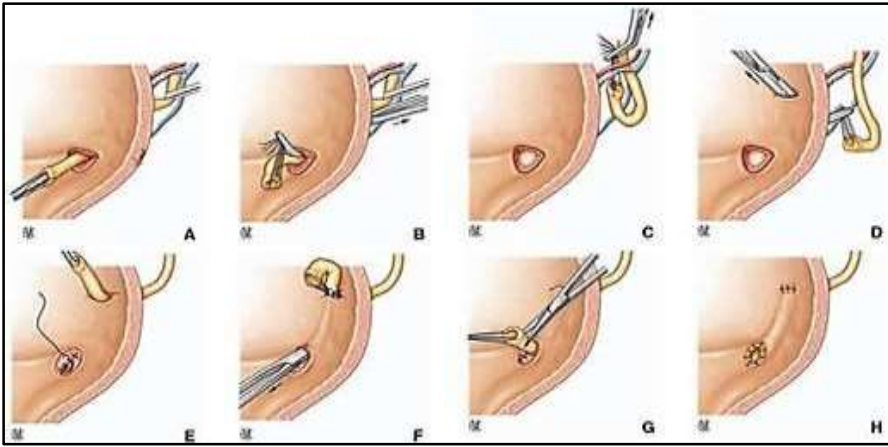


Figure 33 : Technique de Kuss-Chatelain (291).

A,B. Dissection de l'uretère par voie mixte. **C,D.** Décroisement, création d'un nouveau hiatus.
E,F. Fermeture de l'ancien hiatus. **G,H.** Résection de extrémité urétérale, aspect final.

4.4.3.4. Technique de Fielding :

Le principe de l'intervention repose sur la réépithélialisation spontanée de la muqueuse de la zone de réimplantation, par-dessus l'uretère, afin de recréer un trajet sous-muqueux.

Après la création d'un néo hiatus situé plus en dehors et en haut que le précédent, suivi d'une désépithélialisation en rectangle de la zone de réimplantation d'une longueur de 3 à 4 cm et dont l'extrémité inférieure atteint la barre interurétérale. Après un court refend urétéral, Le néo méat est solidement amarré à la barre interurétérale (302). (Figure 34).

Cette technique trouve son indication devant un plan sous-muqueux difficile à disséquer.

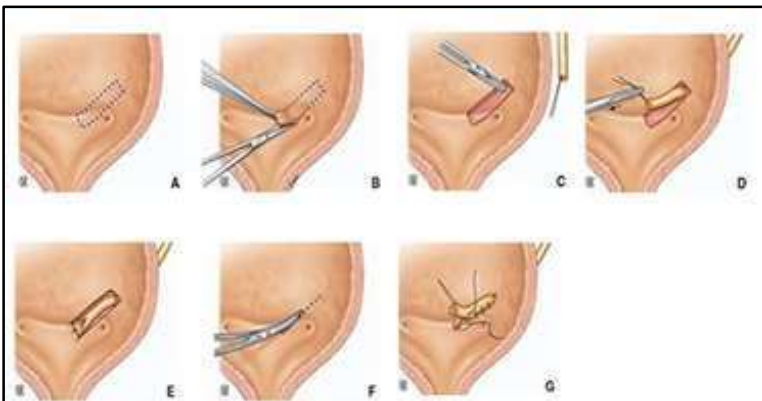


Figure 34 : Technique de Fielding (291).

A,B. Désépithélialisation en rectangle. **C.** Création d'un nouveau hiatus. **D,E.** L'uretère est couché dans le rectangle et fixe à la barrière inter urétérale. **F,G.** Le rectangle peut être remplacé par simple sillon dont les berges sont adossées à l'uretère.

4.4.3.5. Technique de Mathisen deuxième manière :

C'est une technique qui a été proposée par Mathisen en 1964, et a permis d'obtenir un taux de succès de 82%.

La dissection de l'uretère dans sa partie intramurale et pelvien par voie mixte intra et extra-vésicale. Le détroiseur avec la muqueuse sont ouverts à partir de l'ancien hiatus vers le haut.

Après résection de sa partie terminale, l'uretère est attiré dans la vessie et placé dans l'angle supérieur de l'incision vésicale qui est refermée en arrière de lui. L'incision muqueuse est prolongée vers le col. L'uretère y est couché et solidement amarré au trigone puis recouvert par la muqueuse (303) (Figure 35).

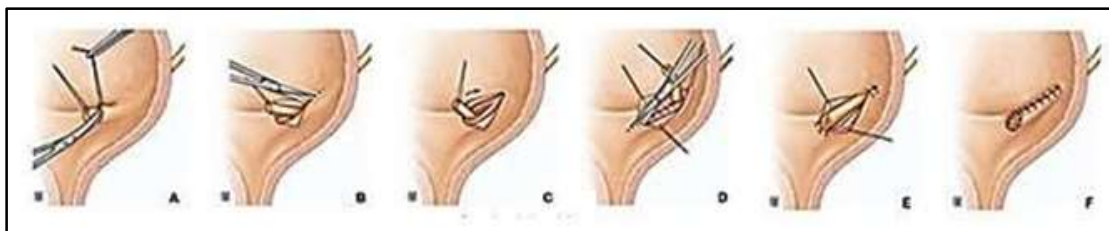


Figure 35 : Technique de Mathisen deuxième manière (291).

A. Dissection de l'uretère par voie mixte. **B.** Élargissement du hiatus vers le haut. **C.** Mise en place de l'uretère dans l'angle supérieur de l'incision. **D.** Fermeture du muscle et prolongement de l'incision muqueuse. **E,F.** Amarrage de l'uretère et suture de la muqueuse par-dessus l'uretère.

4.5. Techniques infra-hiatales :

Ces techniques respectent le hiatus urétéral. Elles ont pour but d'allonger le trajet sous muqueux de l'uretère :

- soit en utilisant des plasties muqueuses : ne sont plus guère employées.
- soit en créant un nouveau trajet sous-muqueux. C'est parmi ces dernières que l'on trouve les techniques les plus utilisées actuellement dans la cure du reflux primitif idiopathique.

4.5.1. Techniques utilisant des plasties muqueuses :

Citées pour mémoire, ces techniques ne sont pratiquement plus utilisées aujourd'hui en raison de leur faible efficacité. D'un autre côté, elles sont contraintes par l'exigence d'avoir un uretère terminal en bonne santé et un trigone large.

4.5.1.1. Technique de Bischoff :

Une incision en U renversé de la muqueuse vésicale autour du méat urétéral se prolongeant vers le col vésical, sur une distance de 3 cm, délimitant une gouttière au fond de laquelle glisse la sonde urétérale. Les deux berges muqueuses les plus externes sont suturées ensemble afin d'allonger le trajet sous-muqueux existant (304). (Figure 36).

On lui reproche un montage peu solide à l'origine d'un taux d'échec très important.

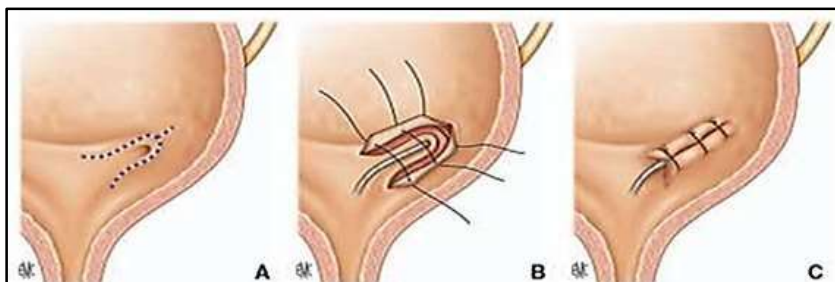


Figure 36 : Technique de Bischoff (291).

A. Incision de la muqueuse.

B. Suture des berges muqueuses.

C. Aspect final.

4.5.1.2. Technique de Whiterington :

Whiterington décrit une variante de la technique de Bischoff. Des modifications ont été apportées dont la confection d'un lambeau muqueux rectangulaire, centré sur le méat, sa base est inféro-interne, la moitié supérieure est rabattue sur la moitié inférieure et suturée à elle latéralement ; le néo-trajet ainsi réalisé est alors recouvert par suture des berges muqueuses bordant le lambeau. En incisant un rectangle muqueux centré sur le méat. La partie supra-méatique est rabattue sur la partie infra-méatique et suturée latéralement. Le néo-trajet, ainsi réalisé, est alors recouvert par suture des berges muqueuses bordant le lambeau (305) (Figure 37).

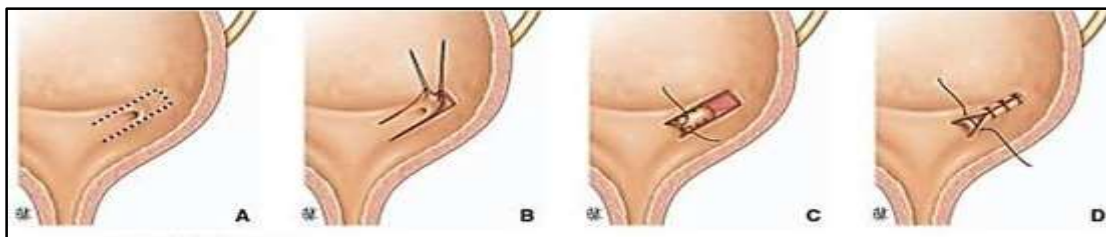


Figure 37 : Technique de Whiterington (291).

A. Incision de la muqueuse. **B,C.** La moitié supérieure est suturée à la moitié inférieure.

D. Fermeture de la muqueuse.

4.5.1.3. Technique de Brisset et Schulman :

Brisset et Schulman utilisent le même principe que celui de Whiterington mais tubulisent le lambeau muqueux plutôt que de le rabattre, ainsi le néo-trajet est confectionné par tubulisation du lambeau muqueux qui est ensuite recouvert par suture des berges muqueuses qui le bordent latéralement (306) (Figure 38).

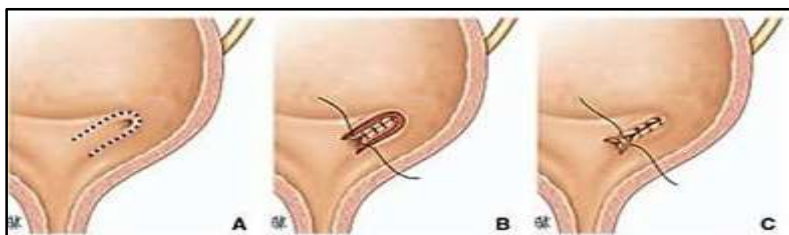


Figure 38 : Technique de Brisset et Schulman (291).

A. Incision de la muqueuse. **B.** Tubulisation du lambeau. **C.** Fermeture de la muqueuse.

4.5.2. Techniques de dissection et d'avancement du méat urétéral :

Ces approches ont en commun, l'abord intra-vésical stricte, ce qui ménage au maximum le détrusor et réduit le temps opératoire ; et préservent le hiatus empêchant ainsi toute sténose par angulation de l'uretère juxta-vésical, en particulier à vessie pleine.

Elles se distinguent par l'orientation et la configuration du tunnel sous-muqueux.

4.5.2.1. Technique de Cohen :

Proposée par Joseph Cohen en 1975, elle est la plus employée actuellement pour les cures de reflux sur uretère fin (307).

Le principe de l'intervention de Cohen, consiste à réaliser un tunnel sous muqueux transversal parallèle à la barre inter-urétérale amenant le néo-méat au-dessus du méat controlatéral. L'uretère est intubé par une sonde tutrice à laquelle il est solidarisé (308).

En cas de réimplantation bilatérale, les deux uretères se croisent parallèlement, celui qui paraît le plus pathologique est glissé dans le trajet sous-muqueux supérieur le plus long, par conséquence chaque néo-méat venant occupé la place de l'ancien méat controlatéral.

Des modifications en cas de réimplantation bilatérale ont été proposées par certains auteurs. Faure (309) propose de ne créer qu'un seul trajet dans lequel sont glissés les deux uretères. Le néo-méat droit se trouve alors à l'emplacement de l'ancien méat gauche et inversement.

Kondo et Otani (310) proposent de créer des trajets sous-muqueux qui se croisent en X sur la ligne médiane. Les nouveaux méats se trouvent situés ainsi au-dessus des anciens. Selon les auteurs, le croisement des deux uretères n'est à l'origine d'aucune complication.

La plupart des équipes rapportent des pourcentages de succès avoisinant les 98% (259). La fiabilité à long terme de cette technique en fait actuellement la méthode de référence dans les centres de chirurgie pédiatrique par comparaison à tous les autres procédés anti-reflux même les plus récents (311). (Figure 39).

La technique de Cohen, largement employée, en raison de sa simplicité et de la qualité de ses résultats, en revanche elle pose le problème de difficulté lors du cathétérisme endoscopique ultérieur des uretères réimplantés.

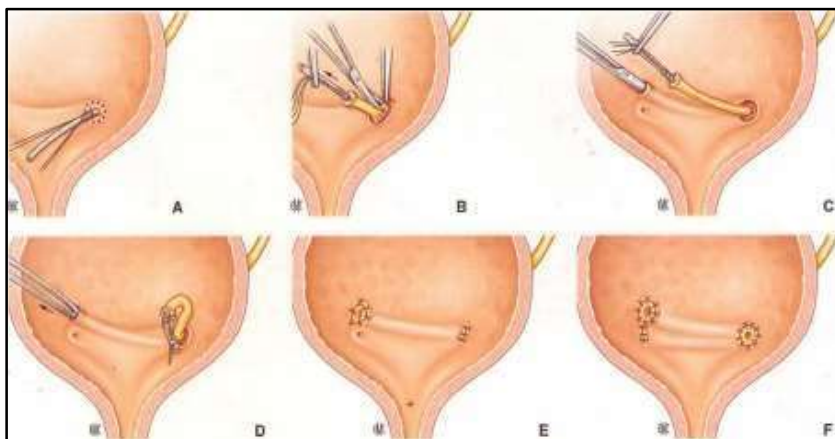


Figure 39 : Technique de Cohen (291).

A. Incision de la collerette muqueuse. **B.** Création du trajet sous muqueux.

C. Mise en place de l'uretère.

D. Réimplantation urétérale. **E.** Réimplantation bilatérale.

4.5.2.2. Technique de Gil-Vernet :

Décrite en 1984, elle est la plus récente des techniques chirurgicales à ciel ouvert.

Le principe de cette approche opératoire repose sur l'emploi de l'intervalle de glissement des uretères dans la gaine de Waldeyer pour converger les uretères vers le centre sans avoir à les disséquer. Elle s'applique uniquement au méga trigone présentant une ectopie latérale des orifices urétéraux (312).

Une incision muqueuse transverse entre les deux méats urétéraux et le décollement des berges muqueuses sont effectués. Un point en U de fils non résorbables est passé, chargeant de chaque côté la musculature du trigone, la gaine de Waldeyer et la musculature urétérale sans endommager la muqueuse. Le serrage du nœud ramène les deux méats sur la ligne médiane sans qu'ils aient été disséqués. La muqueuse vésicale est ensuite refermée longitudinalement par des points résorbables pour enfouir la plastie (313).

L'avantage de cette méthode est qu'elle est simple, rapide et elle évite la dissection des uretères, ce qui réduit le risque de dévascularisation et préserve toutes les liaisons entre l'uretère et le trigone.

Les méats gardent leurs orientations rendant le cathétérisme endoscopie possible et en cas de reflux unilatéral, cela prévient aussi le reflux controlatéral. En cas d'échec, toutes les autres techniques restent réalisables (Figure 40) (266).

En revanche, l'utilisation d'un fil non résorbable, reste source théorique d'infection ou de calcification, et la restriction de ces indications, a la nécessité de conditions anatomiques particulières (méats ectopiques et méga trigone).

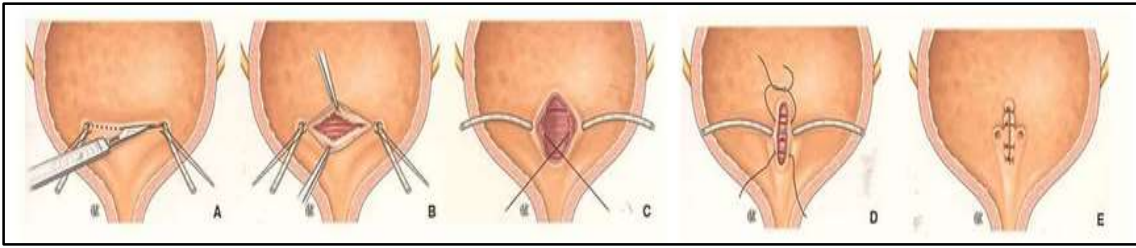


Figure 40 : Technique de Gil-Vernet (291).

A. Incision muqueuse transversale. **B.** Décollement des berges. **C.** Point musculaire en U.

D. Suture muqueuse enfouissant le point musculaire. **E.** Aspect final.

4.5.2.3. Technique de Innes Williams :

Suite à la désinsertion du méat urétéral du plancher vésical, l'uretère terminal est disséqué sur sa face postérieure tout en préservant la muqueuse vésicale qui le recouvre. Un fragment triangulaire de muqueuse trigonale est sectionné en aval du méat. L'uretère est alors avancé avec son méat intact et suturé aux bords du defect trigonal créé (286) (Figure 41).

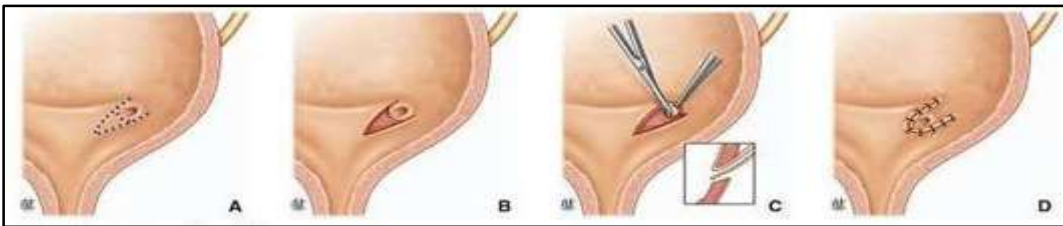


Figure 41 : Technique de Innes Williams (291).

A. Incision muqueuse. **B.** Excision d'un triangle de muqueuse. **C.** Dissection de la face postérieure de l'uretère. **D.** Avancement et suture de l'uretère.

4.5.2.4. Technique de Huch deuxième manière :

Elle est purement intra-vésicale. L'incision muqueuse dessine un rectangle centré sur le méat et dont le grand axe est parallèle à l'uretère. Désinsertion et avancement du méat urétéral jusqu'à l'hémitrigone opposé où il est suturé à la muqueuse vésicale (280) (Figure 42).

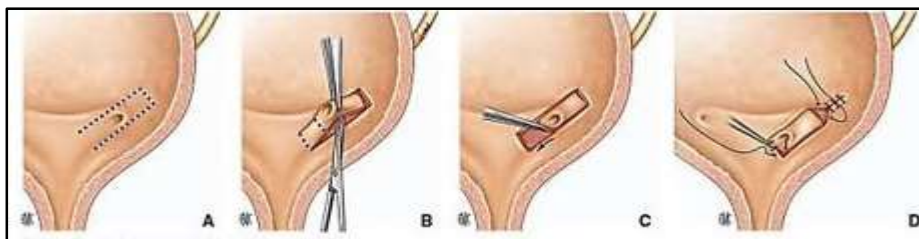


Figure 42 : Technique de Huch deuxième manière (291).

A. Incision de la muqueuse. **B.** Dissection urétérale et résection de l'hémitrigone. **C.** Dissection urétérale et résection de l'hémitrigone. **D.** Suture.

4.5.2.5. Technique de Glenn-Anderson : (1967)

Le principe de cette technique est la création d'un système anti-reflux par avancement. L'uretère est disséqué par voie endo-vésicale sur tout son trajet intramural et juxta-vésical.

La confection d'un tunnel sous muqueux entre l'orifice urétéral et le col dans l'axe de l'uretère, suivi d'un amarrage solide de l'uretère au trigone, par conséquent le néo méat se retrouve près du col dans une zone trigonale fixe. Elle présente l'avantage de créer un néo-méat cathétérisable par voie endoscopique classique (314).

Elle trouve ainsi sa meilleure indication dans les reflux avec ectopie latérale du méat. En revanche elle exige toutefois un trigone suffisamment large pour assurer au tunnel sous-muqueux de bonne la longueur garantissant l'efficacité de la plastie anti-reflux (315).

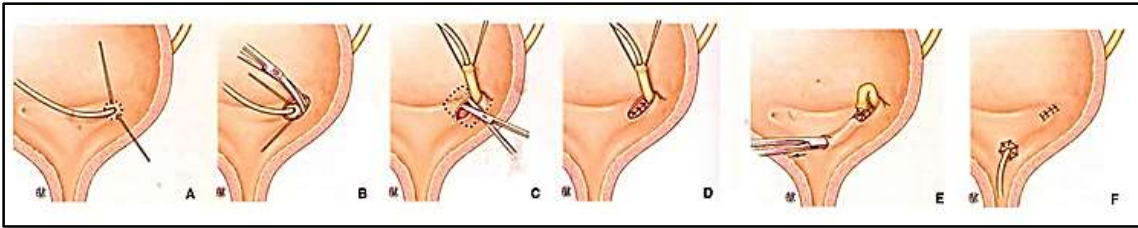


Figure 43 : Technique de Glenn-Anderson (291).

A,B. Dissection urétéral par voie endo vésical. **C.** Dissection de la muqueuse autour de l'ancien méat.

D. L'uretère est placé dans l'angle supérieur du hiatus volontairement élargi. **E.** Création d'un trajet sous muqueux en direction du col. **F.** Aspect final.

5. Traitement chirurgical laparoscopique :

Récemment, sont apparues des techniques laparoscopiques en urologie pédiatrique, développées par certaines équipes pour le traitement du reflux primitif de l'enfant.

5.1. Approches intravésicales (Pneumovésicoscopie) :

La réimplantation urétérale par pneumovésicoscopie dans le traitement du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant, consiste à reproduire par voie endoscopique des techniques chirurgicales dont la plus facile à réaliser est celle de Gil-Vernet ou celle de Cohen (316-318).

Cette méthode peu invasive, offre des suites post-opératoires simples. La durée opératoire est en règle deux fois plus longue que celle de la chirurgie conventionnelle même dans les mains de personnes entraînées (319).

5.1.1. Trigonoplasties endoscopiques mini-invasives de Gil Vernet modifiée :

La technique combinant l'approche trans-vésicale et la voie endoscopique trans-urétrale a été développée grâce aux recherches menées par Okamura et Cartwright entre 1995 et 1996. Ils ont présenté la trigonoplastie endoscopique comme une alternative à la réimplantation urétérale pour le traitement du RVU.

Les techniques d'Okamura et de Cartwright représentent deux approches distinctes qui visent à corriger le défaut de mécanisme antireflux tout en réduisant la morbidité opératoire. Ce chapitre examine leurs indications, leurs avantages, leurs limites et les éléments de choix thérapeutique fondés sur la littérature récente.

5.1.1.1. La technique d'Okamura :

Elle repose sur la modification du trigone vésical par voie endoscopique en réalisant une plicature endoscopique triangulaire du tissu trigonal à l'aide de points de suture résorbables insérés via un instrument endoscopique spécial. Cette plicature renforce le soutien sous-jacent de l'orifice urétéral et modifie le trajet intramural de l'uretère sans nécessiter de dissection ou de réimplantation (Figure 44).

Indications :

- ✓ RVU de grade II à IV.
- ✓ Échec du traitement par injection endoscopique.
- ✓ Enfants présentant un RVU bilatéral ou une anomalie du trigone avec affaissement.
- ✓ Patients à haut risque opératoire chez qui une chirurgie ouverte ou laparoscopique serait risquée.

Avantages :

- ✓ Technique peu invasive, réalisée sous anesthésie générale courte.
- ✓ Pas d'incision ni de dissection, réduisant le risque de complications anatomiques.
- ✓ Temps opératoire réduit par rapport à la chirurgie conventionnelle.

- ✓ Possibilité de traiter les deux côtés en une seule séance.

Inconvénients et limites :

- ✓ Nécessite un apprentissage technique spécifique.
- ✓ Risque de défaillance ou de récurrence du reflux dans les cas de trigone très hypotonique ou malformé.
- ✓ Données de suivi à long terme limitées.
- ✓ Non adaptée aux grades V ou aux malformations complexes de la jonction urétéro-vésicale.

Résultats :

Plusieurs études ont rapporté des taux de succès variant entre 72% et 86% après un suivi de 12 à 24 mois, avec une réduction significative des infections urinaires récurrentes post-opératoires (320).

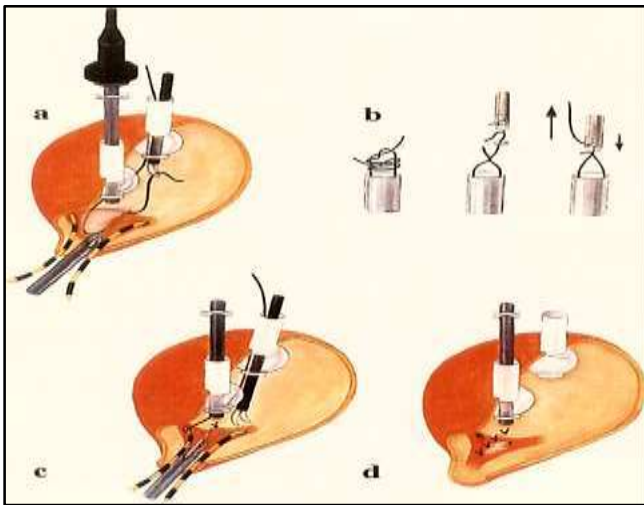


Figure 44 : Trigonoplastie endoscopique selon Okamura.

a. Suture de la base des deux orifices urétéraux par l'urètre. **b.** Réalisation d'un nœud Sud fisherman en extracorporel. **c.** Trois à quatre points prenant le plan musculaire superficiel et muqueux sont réalisés permettant de rapprocher les deux méats urétéraux sur la ligne médiane. L'urètre est placé dans l'angle supérieur du hiatus volontairement élargi. **d.** Extraction des deux sondes urétérales et vérification des mictions urétérales. Création d'un trajet sous muqueux en direction du col.

5.1.1.2. Trigonoplastie endoscopique percutanée selon Cartwright :

Description de la technique :

Décrite plus récemment, la technique de Cartwright associe l'endoscopie transurétrale à un abord percutané mini-invasif sus-pubien, permettant une suture directe du trigone vésical sous contrôle visuel combiné. Elle vise à remodeler le trigone en créant une plicature longitudinale renforcée, améliorant le mécanisme antireflux, particulièrement dans les RVU résistants (Figure 45).

Indications :

- ✓ RVU de grade III à V, unilatéral ou bilatéral.
- ✓ Échec d'au moins une injection de Deflux ou d'autres agents injectables.
- ✓ Patients présentant une vessie neurologique avec instabilité trigonale.
- ✓ Enfants ayant déjà subi une chirurgie endoscopique ou ouverte antérieure.

Avantages :

- ✓ Meilleur contrôle visuel et technique grâce à la double voie d'abord.
- ✓ Permet une modification anatomique plus marquée du trigone.
- ✓ Alternative crédible à la chirurgie ouverte dans certains cas complexes.
- ✓ Récupération rapide et réduction du temps d'hospitalisation.

Inconvénients et limites :

- ✓ Technique plus invasive que celle d'Okamura du fait de l'abord percutané.
- ✓ Risque d'extravasation urinaire ou d'hémorragie peropératoire.
- ✓ Temps opératoire légèrement plus long (~60 à 90 minutes).
- ✓ Données limitées à des séries monocentriques, absence d'essais randomisés à grande échelle.

Résultats :

Une série prospective multicentrique a rapporté un taux de succès de 88% à 18 mois, avec une nette amélioration du confort mictionnel et une réduction des infections urinaires fébriles (321).

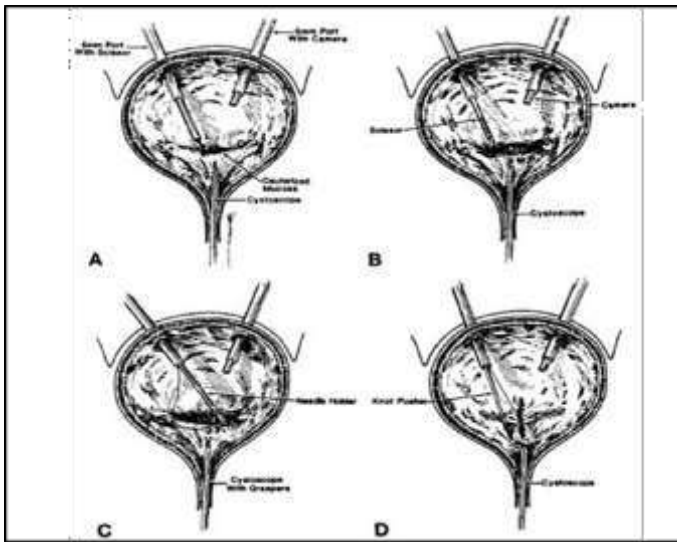


Figure 45 : Trigonoplastie endoscopique percutanée de Cartwright.

A. Coagulation de la muqueuse de barre trigonale. **B.** Incision muqueuse extra musculaire entre les deux orifices urétéraux. **C.** Sutures amarrant le tissu médian de chaque orifice urétéral. **D.** Les points sont serrés et les deux orifices urétéraux sont ramenés sur la ligne médiane.

5.1.2. La réimplantation urétérale selon les principes de Cohen par voie mixte endoscopique et laparoscopique :

Gill et al (322) introduisent pour la première fois en 2001 la réimplantation urétérale unilatérale selon les principes de Cohen en combinant l'approche endoscopique et la méthode laparoscopique décrite par Cartwright et al (323).

Description technique :

La voie combinée endoscopique-laparoscopique vise à associer les avantages de l'accès mini-invasif abdominal et de la visualisation endoscopique vésicale pour réaliser une réimplantation trans-trigonale selon Cohen sans cystotomie étendue. Cette approche repose sur une coordination entre le chirurgien qui procède par laparoscopie et un assistant qui guide l'endoscope (cystoscopie per-urétrale) (324). (Figure 46).

Étapes techniques :

- ✓ Mise en place du cystoscope (7,5–9 Fr) permettant la visualisation du trigone et des méats urétéraux.
- ✓ Repérage laparoscopique de l'uretère refluant, avec dissection et mobilisation extra-vésicale de celui-ci jusqu'à son insertion.
- ✓ Incision de la muqueuse vésicale sous contrôle endoscopique, réalisée en regard du futur trajet tunnelisé.

- ✓ Création d'un tunnel sous-muqueux trans-trigonal à l'aide d'un instrument courbe ou par voie percutanée assistée (Hook, Metzenbaum ou tunneler).
- ✓ Passage de l'uretère dans le tunnel sous guidage endoscopique, avec fixation de la terminaison distale dans le nouveau méat controlatéral.
- ✓ Contrôle de l'hémostase et du drainage vésical post-opératoire par sonde urinaire 48 heures.

Indications :

- ✓ Reflux vésico-urétéral bilatéral (grades III à V).
- ✓ Échec du traitement endoscopique (Deflux ou autre agent injectable).
- ✓ Contre-indication à une réimplantation extravésicale (vessie instable, anomalies trigonal).
- ✓ Reflux récidivant après réimplantation unilatérale.
- ✓ Enfants chez qui une chirurgie conservant l'intégrité vésicale est souhaitée.

Avantages de la voie combinée :

- ✓ Préservation de la muqueuse vésicale : évite une cystotomie classique.
- ✓ Visualisation optimale du trigone grâce à la cystoscopie.
- ✓ Moins de douleurs post-opératoires et récupération plus rapide.
- ✓ Permet de garder les bénéfices de la technique de Cohen en termes de résultats fonctionnels.
- ✓ Réduction du taux de complications urinaires post-opératoires (dysurie, rétention, infections).

Inconvénients et limites :

- ✓ Technique exigeante, nécessitant une coordination chirurgicale et endoscopique rigoureuse.
- ✓ Courbe d'apprentissage longue.
- ✓ Limitation anatomique chez certains nourrissons (vessie de petite capacité).
- ✓ Difficulté en cas de fibrose périméatique ou de méats urétéraux très écartés.
- ✓ Risque de sténose du néo-méat urétéral si le tunnel est trop étroit.

Résultats cliniques :

- ✓ Les séries publiées entre 2018 et 2024 font état de taux de succès oscillant entre 87% et 96% en termes de disparition du reflux à la cystographie post-opératoire. La majorité des études rapportent une diminution significative des épisodes de pyélonéphrite fébrile et une amélioration du confort urinaire. Le taux de complications est faible (moins de 5%), dominé par la rétention transitoire et les infections urinaires basses.
- ✓ Lee et al. (2022) rapportent un taux de résolution complète du reflux de 94% à 12 mois dans une cohorte de 42 enfants traités par cette voie combinée (324).
- ✓ Shin et al. (2023) soulignent l'avantage de cette technique pour préserver l'intégrité du trigone et réduire les anomalies du débit mictionnel post-opératoire (325).

Perspectives et recommandations :

Bien que prometteuse, la technique de Cohen par voie combinée endoscopique-laparoscopique nécessite une sélection rigoureuse des patients et une standardisation des instruments et étapes opératoires. Elle pourrait à terme s'imposer comme l'alternative mini-invasive de référence pour les RVU complexes bilatéraux. Toutefois, des études randomisées multicentriques restent nécessaires pour valider sa supériorité par rapport aux approches classiques (326).

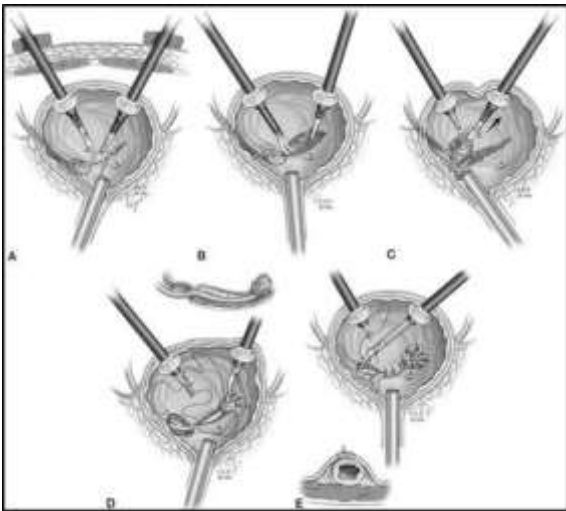


Figure 46 : Technique de Gill.

A. Le tunnel sous muqueux est marqué via une cautérisation au résectoscope trans-urétral.

B. La muqueuse du futur tunnel est libérée de part et d'autre de la ligne de marquage aux ciseaux introduits par le trocart sus pubien. **C.** L'uretère est détaché de toute l'épaisseur du détrusor et est mobilisé sur une longueur de 2-3 cm. **D.** Mobilisation urétérale et avancement méatique transversalement avec amarrage au détrusor par 3 points de sutures. **E.** Suture de la muqueuse vésicale au-dessus de l'uretère par des points séparés pour compléter le tunnel anti-reflux.

5.1.3. La réimplantation urétérale selon les principes de Cohen par pneumovésicoscopie pure :

Olsen a été le premier à décrire en 2003 la réimplantation urétérale de Cohen trans-vésicoscopique sur un modèle animal. Il a observé qu'une insufflation de la vessie avec du CO₂, à une pression d'environ 10 mm Hg, créant ainsi un champ de travail remarquable permettant d'effectuer plusieurs actes en intra-vésicales (327). En 2005, Yeung publie sa série de 16 patients opérés grâce à cette méthode et a obtenu un taux de réussite de 96% (328).

La technique opératoire telle que décrite par Yeung, comporte une cystoscopie première sur une vessie préalablement remplie de glycolle dont le but est l'analyse morphologique de la vessie et le contrôle de la mise en place d'un trocart optique de 05 mm en intra vésical. Par la suite, deux trocarts opérateurs sont placés sur la paroi antérolatérale de la vessie sous contrôle optique durant le pneumovésicoscopie à basse pression (8-10 mmHg).

Cette approche reproduit les principes de la réimplantation urétérale selon Cohen via pneumovésicoscopie, avec la mise en place une sonde vésicale pendant une durée de 2-3 jours afin d'assurer l'étanchéité des points d'entrée trans vésical des trocarts et permettre une bonne cicatrisation.

Cette technique est particulièrement indiquée pour les RVU unilatéraux ou bilatéraux de grades II à IV, en l'absence de dilatation de l'uretère (>1 cm). Elle permet également une réimplantation bilatérale simultanée.

Toutefois, certaines limites persistent :

- ✓ Difficulté technique accrue chez le jeune nourrisson (<6 mois).
- ✓ Risque de lésion urétérale durant la dissection sous-muqueuse.
- ✓ Nécessité d'une formation spécifique à la chirurgie mini-invasive transvésicale.

Malgré les bénéfices de la réimplantation urétérale trans-vésicoscopique, notamment la réduction du traumatisme vésical, l'amélioration de l'esthétique et le taux de succès mentionnés dans son étude de 96%, seulement quelques centres chirurgicaux pédiatriques à l'échelle mondiale ont adopté sa méthode. Cela se comprend par les défis techniques liés à l'exigüité de l'espace de travail et à la durée prolongée de l'intervention que beaucoup d'urologues pédiatres perçoivent comme un frein à la mise en œuvre de cette procédure qui reste techniquement exigeante même pour chirurgiens laparoscopiques pédiatriques expérimentés (329).

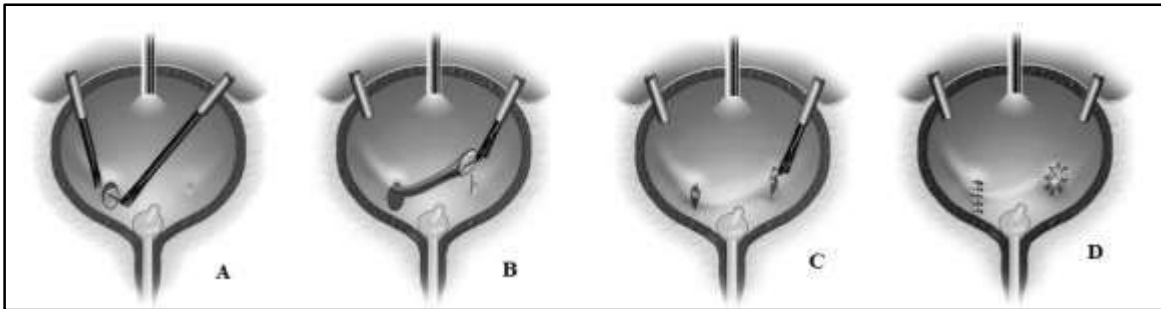


Figure 47 : Cohen par pneumovésicopie - technique opératoire.

A. Libération urétérale à l'aide d'un crochet monopolaire. B. Libération urétérale se fait jusqu'à l'espace extra vésical. C. Passage de l'uretère dans un tunnel sous muqueux. D. Aspect final.

5.2. Approche extravésicale : Réimplantation urétéro-vésicale selon Lich-Grégoir par voie laparoscopique :

L'approche laparoscopique extra vésicale du RVU a été décrite pour la première fois en 1993 par Atala et al (330). Ils ont présenté leur étude expérimentale sur la possibilité de réimplantation urétérale laparoscopique selon Lich Gregoir (LEVUR) sur le modèle animalier «porcelet», chez qui un RVU a été induit par une incision endoscopique du trajet sous-muqueux (331). En employant une voie transpéritonéale, une détrusorraphie s'effectue sur la paroi vésicale postérieure près du hiatus urétéral. L'uretère est ensuite positionné dans l'interstice formé et le détrusor est refermé à points séparés par-dessus l'uretère.

En effet, Ehrlich et al. ainsi que Janetschek et al. ont été les pionniers à évoquer en 1994 et 1995 l'utilisation de la technique laparoscopique de Lich Gregoir chez deux adultes et six enfants pour traiter le RVU, obtenant ainsi d'excellents résultats.

Dans son écrit, Ehrlich exprime clairement sa grande satisfaction à l'égard de la méthode. Pour ce qui est de Janetschek, il estime que la méthode était excessivement complexe sans apporter d'avantage par rapport à la chirurgie traditionnelle, compte tenu du taux de complications noté dans son échantillon restreint (332).

Les principes de la réimplantation urétérale selon les principes de Lich Gregoir sont reproduits via cette approche laparoscopique intrapéritonéale extra-vésicale, objet de notre étude, qui sera développée dans le chapitre matériels et méthodes.

L'approche laparoscopique extra-vésicale dans le traitement du RVU a par la suite gagné une grande acceptation comme une technique sûre et efficace avec faible taux de morbidité. En 2012, Bayne et al. dans une analyse rétrospective avec la plus grande cohorte de patients dans la littérature rapportent un taux de succès de 95,2% (333).

La réimplantation urétérale trans-péritonéale extra-vésicale laparoscopique est en évolution continue offrant de nombreux avantages d'une approche mini-invasive tout en maintenant le succès d'une opération ouverte. (334), Riquelme et al. ont rapporté un taux de réussite durable, élevé (335).

La technique extravésicale de Lich-Grégoir adaptée à la voie laparoscopique représente une avancée significative dans le traitement chirurgical du reflux vésico-urétéral chez l'enfant. Réalisée par voie transpéritonéale, elle reproduit fidèlement les principes de la chirurgie ouverte tout en tirant profit de l'abord mini-invasif (336).

Le patient est installé en décubitus dorsal, légèrement incliné pour faciliter l'exposition pelvienne, sonde vésicale. Après l'établissement du pneumopéritoine (8 à 10 mmHg), trois trocars sont généralement utilisés : un ombilical pour la caméra (5 mm) et deux trocars opérateurs (3 ou 5 mm) placés latéralement. L'uretère est identifié à son croisement avec les vaisseaux iliaques, puis disséqué soigneusement jusqu'à son insertion vésicale, en respectant sa vascularisation ; cet abord diffère selon le sexe (337). (Figure 48).

Un tunnel extravésical est ensuite réalisé dans la couche musculaire de la paroi vésicale. La longueur du tunnel doit idéalement être cinq fois supérieure au diamètre urétéral, conformément au ratio anti-reflux classique. L'uretère est ensuite introduit dans ce tunnel sans tension ni rotation, puis suturé le detrusor par quelques points résorbables. Le néohiatus est créé sans ouverture intravésicale, limitant ainsi les risques de complications infectieuses.

Malgré ses bénéfices, cette approche présente certaines limites. La réalisation de la technique exige une maîtrise avancée de la laparoscopie pédiatrique et une connaissance précise de l'anatomie pelvienne. La courbe d'apprentissage est significative, surtout dans les cas complexes et l'existante d'antécédents de chirurgie pelvienne.

Le risque principal est la sténose urétéro-vésicale postopératoire, en cas de tunnel trop étroit ou de mauvaise orientation de l'uretère. De plus, chez les nourrissons de moins de 6 mois ou les enfants de faible poids, l'espace de travail pelvien est limité, ainsi que les troubles mictionnels et la rétention urinaire qui sont rencontrés lors de la réimplantation urétérale bilatérale.

La réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique s'indique principalement dans le traitement du reflux vésico-urétéral primaire symptomatique ou persistant, de grades II à IV, après échec du traitement médical ou en présence de complications évolutives.

Elle est recommandée chez l'enfant présentant des infections urinaires fébriles récidivantes malgré une antibioprophylaxie bien conduite, des lésions parenchymateuses documentées à la scintigraphie DMSA, ou encore un RVU bilatéral avec altération du fonctionnement rénal différentiel.

Cette approche est également justifiée dans les cas de reflux à haut risque de complications, notamment en présence de rein unique, de reflux sévère.

Par ailleurs, la voie laparoscopique extravésicale se prête particulièrement bien aux enfants d'âge scolaire ou préscolaire, chez qui l'espace pelvien permet une dissection sécurisée et un geste techniquement reproductible.

En l'absence de contre-indications anatomiques majeures, cette technique constitue une alternative efficace et moins invasive que la chirurgie ouverte classique, avec des résultats fonctionnels comparables, un confort post-opératoire accru, et un retour rapide à la vie normale. Toutefois, la sélection des patients doit être rigoureuse et fondée sur un bilan urologique complet, incluant une échographie rénale, une cystographie mictionnelle et une scintigraphie rénale pour évaluer le retentissement fonctionnel du reflux et guider l'indication chirurgicale (338).

Les perspectives d'évolution de cette technique s'articulent autour de trois axes : la robotisation, la miniaturisation du matériel, et la standardisation des protocoles peropératoires et postopératoires. L'assistance robotique permet d'améliorer la précision des gestes et de réduire davantage la courbe d'apprentissage, avec des résultats prometteurs, bien que les coûts restent encore prohibitifs dans de nombreux contextes (339).

L'introduction de trocarts plus fins (3 mm), et l'utilisation de techniques d'insufflation basse pression, pourraient élargir les indications chez les très jeunes enfants. De plus, le développement de modèles d'apprentissage sur simulateurs et de programmes de formation standardisés facilitera la diffusion de la technique dans les centres non experts.

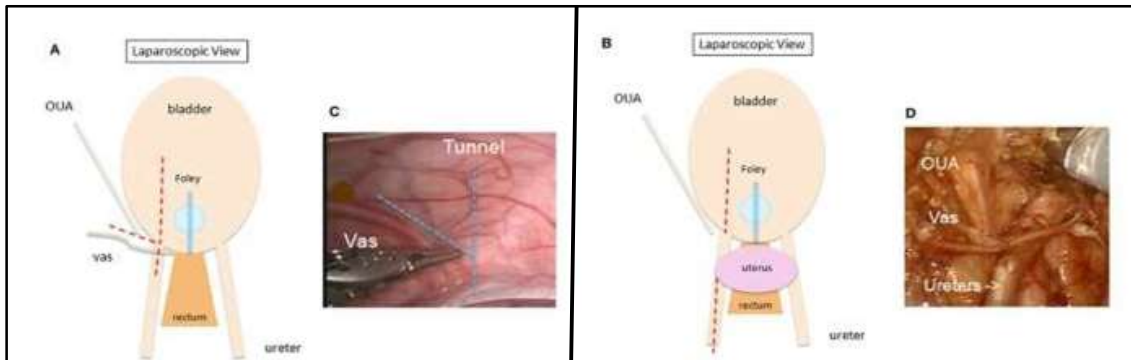


Figure 45 : (A, B) Schéma montrant les sites d'ouverture du péritoine lors d'une réimplantation urétérale RAL. Le péritoine peut être ouvert dans l'axe du tunnel détrusorien proposé ou transversalement pour une exposition plus large. Le lambeau en «V» (**A**) est recommandé pour une exposition adéquate du canal déférent chez les garçons. On peut ouvrir le péritoine plus en direction céphalique le long de l'uretère pour permettre une mobilisation urétérale supplémentaire (**B**), en particulier chez les filles péri- ou post-pubères ou dans d'autres cas complexes. **OUA, artère ombilicale oblitérée.** (**C, D**) Vue peropératoire avant (**C**) et après (**D**) l'ouverture du péritoine chez un patient de sexe masculin. OUA, artère ombilicale oblitérée.

6. Chirurgie robotique :

Depuis sa première description en 2004, la réimplantation urétéro-vésicale robot-assistée fait partie des interventions robotiques les plus rapportées dans la littérature pédiatrique, même si le nombre de cas publiés a diminué au fil des années (340).

Cette approche est souvent réalisée par voie extra-vésicale (Lich-Gregoir), plus rarement par voie intra-vésicale (Cohen) (Figure 49).



Figure 49 : Robot chirurgical.

A) La chirurgienne est assise devant la console et dirige les instruments depuis là.

B) La figure montre un bras de robot de première génération.

C) Les instruments du robot se laissent diriger dans tous les sens, les mouvements de la main de la chirurgienne pouvant ainsi être reproduits pratiquement (341).

6.1. Réimplantation urétéro-vésicale par voie extra-vésicale :

La technique de réimplantation urétéro-vésicale par voie extra-vésicale (Lich-Gregoir) robot-assistée a été détaillée par plusieurs auteurs (342-344).

Après un ECBU stérile, l'enfant est placé en décubitus dorsal, en position de Trendelenburg. Une sonde vésicale est mise en place en début d'intervention afin de pouvoir faire varier la réplétion vésicale en fonction des différents temps chirurgicaux.

Le robot chirurgical peut être placé latéralement ou aux pieds de l'enfant. Le trocart robotique de la caméra est mis en place au niveau de l'ombilic selon la technique d'open cœlioscopie, permettant ainsi de créer un pneumopéritoine (10-12 mmHg). Deux autres trocars robotiques sont mis en place, sur la ligne transverse passant par l'ombilic ou en triangulation sous la ligne passant par l'ombilic. Un trocart accessoire peut être ajouté (Figure 50).

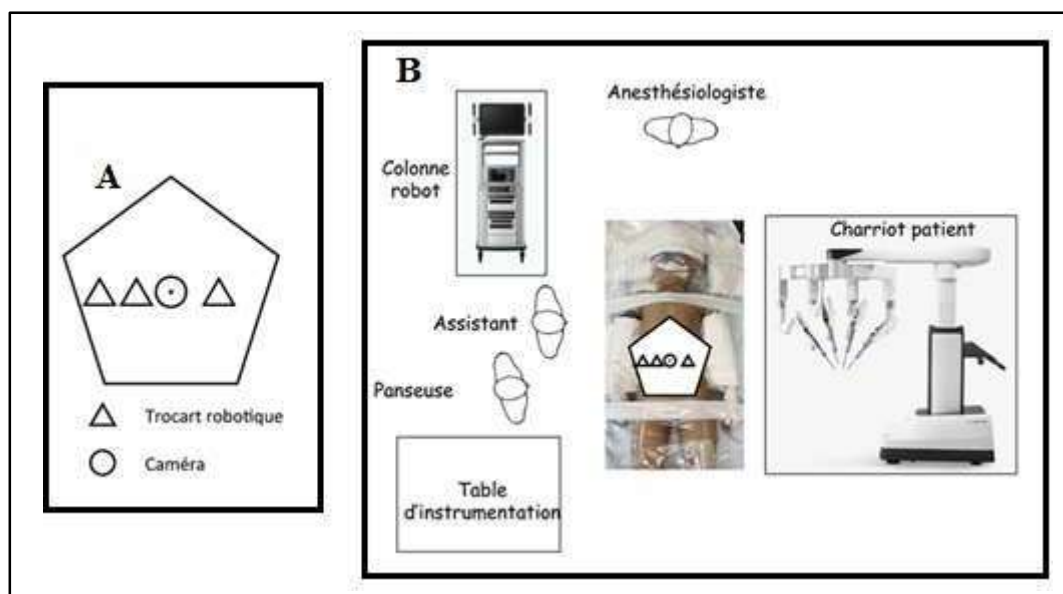


Figure 50 : Réimplantation urétéro-vésicale robot assistée (315).

La mise en place d'une sonde urétérale n'est pas nécessaire, même si elle est recommandée en cas de réimplantation sur rein unique.

Les principes de la réimplantation urétérale selon les principes de Lich Gregoir sont reproduits via cette approche intrapéritonéale extra vésicale laparoscopique robot-assistée.

Le premier temps chirurgical consiste l'exposition et la dissection de l'uretère distal, jusqu'à la jonction urétéro-vésicale.

La paroi séro-musculaire du détrusor est incisée le long du trajet de l'uretère sur quelques centimètres jusqu'à la muqueuse ; puis disséquée sur ses deux bords latéraux. L'uretère est repoussé sur ce segment contre la muqueuse vésicale à l'intérieur de la vessie, et la paroi vésicale est refermée par des points séparés.

Détrusorotomie, au crochet ou aux ciseaux monopolaires, jusqu'à l'exposition de la muqueuse. L'uretère est repoussé sur ce segment contre la muqueuse vésicale et le muscle détrusor est refermé par 3 ou 4 points intracorporels séparés au fil non résorbables 3.0 permettant la création d'une valve anti-reflux réalisée sans tension, ni obstruction. Un ratio de 4:1 ou 5:1 est habituellement utilisé entre la longueur d'uretère à enfourir (et donc la longueur de la détrusorotomie) et le diamètre de celui-ci (Figure 51).

Le feuillet péritonéal est ensuite refermé par un surjet de fil résorbable. La sonde vésicale peut être retirée au bloc opératoire avant de réveiller l'enfant (333).

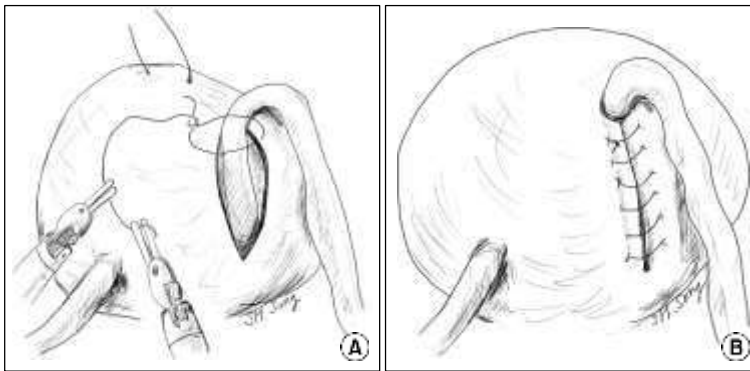


Figure 51 : Technique de détrusorraphie vésicale robotisée (345).
La ré-approximation du détrusor crée un long tunnel sous-muqueux **(A)** et complète la réparation **(B)**.

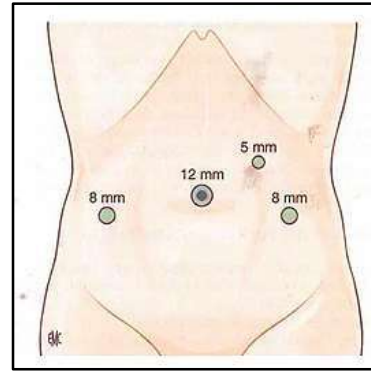


Figure 52 : Placement des trocars en extra-céloscopie robot-assistée.

6.2 Réimplantation urétéro-vésicale par voie intra-vésicale (pneumovésicoscopie) :

En 2005, Peters et Woo ont publié la technique de réimplantation urétéro-vésicale selon les principes de Cohen qui sont reproduits via cette approche intra-vésicale pneumovésicoscopie robot-assistée (346).

L'un des principaux défis de cette méthode est la fuite d'air à travers les ouvertures des trocars et l'orifice péri-urétéral, ainsi que le besoin d'une capacité vésicale suffisante assurant un espace de travail approprié, estimée à 130 mL au minimum (347). La sonde vésicale est maintenue en place pendant un délai de 24 à 48 heures

A ce jour, la réimplantation urétérale robot-assistée a fait l'objet dans la littérature de plusieurs écrits seulement démontrant la faisabilité avec des résultats encourageants (348).

Pour la réimplantation urétéro-vésicale extra-vésicale, les plus grandes séries (≥ 100 uretères réimplantés) publiées dans la deuxième décennie d'utilisation du robot rapportent un taux de succès moyen de 94% [88-99%] (349), (350).

Peu d'études ont rapporté les résultats de la réimplantation urétéro-vésicale robotique par voie intra-vésicale. Peters et Woo (351) décrivent dans leur série de 06 patients un taux de succès de 86%.

L'approche robot-assistée offre au chirurgien plus d'avantages sur le plan technique : vision 3D, liberté et précision dans les gestes. En revanche, on lui reproche le coût élevé et la limite d'âge d'application chez les enfants de plus de 04 ans (352).

Chapitre XII : LA DOULEUR POST-OPÉRATOIRE.

1. Évaluation de la douleur post-opératoire chez les enfants âgés de 03 à 15 ans après réimplantation laparoscopique selon la technique de Lich Grégoir :

L'évaluation et le traitement de la douleur post-opératoire chez l'enfant âgé entre 3 et 5 ans, opéré pour un reflux vésico-urétéral primaire par la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique, sont des aspects essentiels des soins pédiatriques et représentent une première étape importante pour optimiser la prise en charge.

Cette population spécifique présente des défis uniques en raison de leur âge et de leur capacité limitée à communiquer verbalement leur douleur.

2. Compréhension de la douleur post-opératoire chez l'enfant :

La douleur post-opératoire chez les jeunes enfants est un phénomène complexe influencé par des facteurs physiologiques telle que l'inflammation, les lésions tissulaires, ou psychologiques (anxiété, peur), et environnementaux (environnement hospitalier, présence des parents).

La technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique, bien que mini-invasive par rapport à la chirurgie ouverte, engendre néanmoins une douleur liée aux mini incisions, à l'insufflation du pneumopéritoine et à la manipulation des tissus internes.

3. Classification de la douleur post-opératoire :

La douleur post-opératoire peut être classée selon plusieurs axes :

A. Selon l'intensité :

La classification de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) date de 1983 selon la classification en trois paliers des antalgiques.

- 1. Douleur légère :** Gérable avec des antalgiques de palier 1 (paracétamol).
- 2. Douleur modérée :** Nécessite des antalgiques de palier 2 (AINS, tramadol) et/ou une association de traitements.
- 3. Douleur sévère :** Requiert des antalgiques de palier 3 (morphiniques) et une surveillance étroite.

B. Selon le type :

- 1. Douleur nociceptive :** Liée à l'activation des nocicepteurs due à l'incision chirurgicale, à la distension gazeuse et à la manipulation tissulaire. C'est le type de douleur prédominant en post-opératoire.
- 2. Douleur neuropathique :** Moins fréquente en post-opératoire immédiat pour cette chirurgie, mais peut survenir en cas de lésion nerveuse, rare en la laparoscopie.

C. Selon la durée :

- 1. Douleur aiguë :** C'est la douleur attendue après une chirurgie, qui diminue progressivement en quelques jours.
- 2. Douleur chronique post-chirurgicale :** Rare après une cure du RVU par laparoscopie, mais peut se manifester si la douleur persiste au-delà de 3 mois post-opératoire.

4. Évaluation de la douleur post-opératoire chez l'enfant de 3 à 5 ans :

L'évaluation de la douleur chez les enfants de cette tranche d'âge repose principalement sur l'hétéro-évaluation (observation du comportement par les soignants et les parents) et, dans une moindre mesure, sur l'auto-évaluation si l'enfant est capable de participer.

A. Échelles d'hétéro-évaluation :

Ces échelles sont basées sur l'observation de critères comportementaux, physiologiques et parfois faciaux. Elles sont particulièrement adaptées aux enfants qui ne peuvent pas verbaliser leur douleur.

1. Échelle EVENDOL (EValuation ENfant DOuLeur) :

Validée pour les enfants de zéro à sept ans, elle évalue la douleur aiguë et prolongée. Elle comporte 5 items comportementaux simples : expression vocale ou verbale, mimique, mouvements, positions, et relation avec l'environnement. Chaque item est coté de 0 (signe absent) à 3 (signe fort ou quasi permanent), pour un score total de 0 à 15 (353).

2. Échelle FLACC (Face, Legs, Activity, Cry, Consolability) :

Échelle d'observation du comportement pour les enfants de 2 mois à 7 ans (ou plus).

Elle évalue 5 catégories de comportements : expression faciale, position des jambes, activité, pleurs, et consolabilité. Chaque catégorie est notée de 0 à 2, pour un score total de 0 à 10 (354).

B. Échelles d'Auto-évaluation :

Bien que les enfants de 3 à 5 ans aient une capacité limitée, certaines échelles visuelles peuvent être proposées pour encourager leur participation.

1. Faces Pain Scale - Revised (FPS-R) :

Elle est représentée sous la forme d'une série de 6 ou 7 visages exprimant des niveaux de douleur croissants, du visage heureux (pas de douleur) au visage très triste/qui pleure (pire douleur imaginable). L'enfant pointe le visage qui correspond à ce qu'il ressent.

Les enfants à partir de 4 ans peuvent commencer à utiliser cette échelle, mais son interprétation doit être prudente et combinée à l'observation (355).

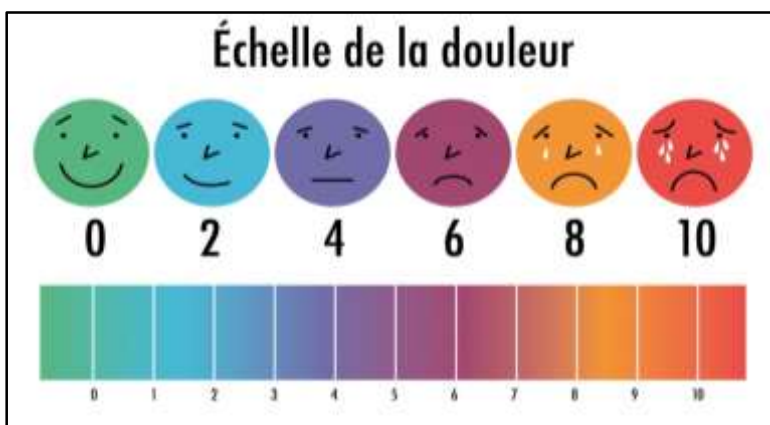


Figure 53 : Faces Pain Scale - Revised (FPS-R) (355).

2. Échelle des 4 jetons : (Poker chips)

Cette échelle est surtout utilisée aux Etats-Unis. Elle peut être proposée dès quatre ans. Il consiste à présenter 4 jetons à l'enfant et lui donner les consignes suivantes : «Imagine que chaque jeton est un morceau de douleur, prends autant de jetons que tu as mal». Pour permettre une meilleure compréhension, il est possible de préciser que «4 jetons est la plus forte douleur qu'il peut avoir». Le nombre de jetons défini le score qui peut aller de 1 à 4 (356).



Figure 54 : Échelle des 4 jetons (356).

3. Échelle Visuelle Analogique (EVA) :

C'est le gold standard des échelles d'auto-évaluation. Elle est utilisable dès l'âge de quatre ans. Le score obtenu varie donc de 0 à 10.

EVA permet d'évaluer l'intensité de la douleur à l'aide d'une réglette comportant deux faces, une face patient et une face soignant, ainsi les extrémités de la réglette sont expliquées à l'enfant puis on lui demande de situer sa douleur sur l'échelle.

Les recommandations de l'ANAES sont les suivantes : (357).

- ✓ Score obtenu entre 1 et 3 : douleur d'intensité faible.
- ✓ Score obtenu entre 3 et 5 : douleur d'intensité modéré.
- ✓ Score obtenu entre 5 et 7 : douleur intense.
- ✓ Score supérieur à 7 : douleur très intense.

L'objectif sera de ramener la douleur en-dessous de 3.

Une cotation supérieure à 3/10 nécessite une thérapeutique antalgique adaptée.

Les avantages :

Échelle d'autoévaluation simple, reproductible, sensible aux variations d'intensité douloureuse, offrant un choix de réponses non mémorisables par le patient d'une évaluation à l'autre.

Les inconvénients :

Cette échelle mesure seulement l'intensité de la douleur et fait abstraction des autres dimensions de la douleur. Près de 20% des enfants ne comprennent pas cette échelle (358).

C. Les alternatives à l'EVA :

1. Échelle Numérique (EN) :

Le patient choisit un chiffre de 0 à 10 (ou 0 à 100) pour indiquer l'intensité de sa douleur.

2. Échelle Verbale Simple (EVS) :

Le patient choisit un mot ou une phrase parmi une liste pour décrire l'intensité de sa douleur. (359,360)

Dans notre étude nous avons associée EVA et EVS.

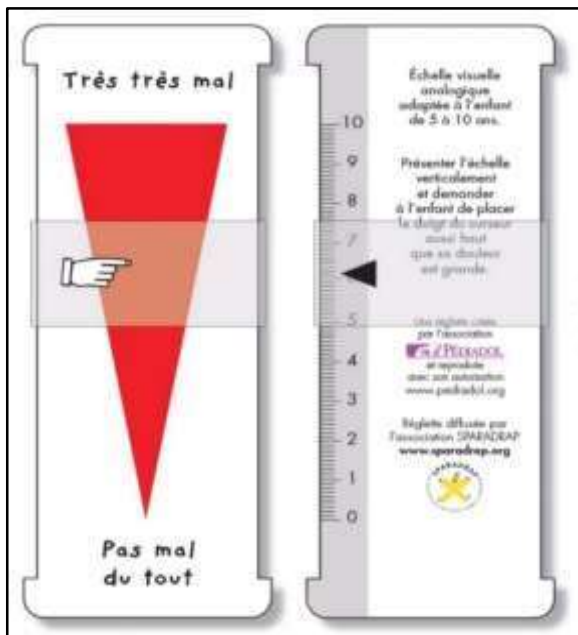


Figure 55 : La réglette Échelle Visuelle Analogique (EVA).

Tableau 10 : Les niveaux de la douleur.

Niveaux de douleur	Evaluations EVA	Types de traitement
Douleur légère	EVA 1-3	Palier 1
Douleur modérée	EVA 3-5	Palier 1 ou 2
Douleur intense	EVA 5-7	Palier 2 ou 3
Douleur très intense	EVA > 7	Palier 3

Traitement de la douleur, avec pour objectif de ramener la douleur à une valeur inférieure à 3.

5. Gestion de la douleur post-opératoire :

La prise en charge de la douleur est multimodale, combinant des approches pharmacologiques et non pharmacologiques selon les recommandations de la Société Algérienne d'évaluation et de traitement de la douleur (361).

A. Approches Pharmacologiques : (362)

1. Antalgiques non morphiniques :

- **Paracétamol** : Antalgique de première ligne, à administrer de manière systématique souvent par voie intraveineuse en post-opératoire immédiat, puis orale dès que possible. Dose de 60 mg/kg/jour, répartie en 4 prises.
- **Anti-inflammatoires Non Stéroïdiens (AINS)** : souvent en suppositoire en association avec le paracétamol pour une synergie analgésique. En l'absence de contre-indications, ils sont efficaces sur la composante inflammatoire de la douleur.

2. Antalgiques morphiniques :

- **Morphine** : Utilisée pour les douleurs modérées à sévères. L'administration peut se faire par voie intraveineuse (bolus titrés, puis perfusion continue si nécessaire) ou orale (si possible). La codéine n'est plus recommandée chez l'enfant de moins de 12 ans.
- **Tramadol** : Peut être utilisé pour les douleurs modérées, seul ou en association.

3. Anesthésie locorégionale :

Des blocs nerveux périphériques tel que le bloc ilio-inguinal/ilio-hypogastrique peuvent être réalisés en complément pour la douleur des incisions abdominales, réduisant ainsi la consommation d'opioïdes et améliorant le confort.

B. Approches Non Pharmacologiques :

Ces méthodes sont complémentaires et essentielles, surtout chez les jeunes enfants :(363)

- **Distraction** : Jouets, livres, musique, écrans avec modération, bulles.
- **Réconfort et présence parentale** : La proximité des parents est un puissant anxiolytique et antalgique.
- **Tétine et solution sucrée** : Chez les plus jeunes, la succion non nutritive et l'administration de saccharose peuvent réduire la douleur.
- **Techniques de relaxation** : Respiration profonde, imagerie guidée pour les enfants capables de coopérer.
- **Chaleur locale** : Une bouillotte tiède sur l'abdomen peut soulager.

6. Surveillance et Réévaluation :

La douleur doit être évaluée de manière régulière et systématique, toutes les 2 à 4 heures en phase aiguë, puis moins fréquemment.

Le traitement antalgique doit être adapté en fonction du score de douleur et de la réponse de l'enfant. La surveillance des effets secondaires des médicaments, sédation, nausées, vomissements, constipation pour les morphiniques est également primordiale.

Si l'on veut traiter efficacement la douleur, il faut l'évaluer, la traiter et ensuite évaluer l'effet du traitement (364),(365).

Chapitre XIII : L'APPORT DES SIMULATEURS DANS L'APPRENTISSAGE DE LA TECHNIQUE DE LICH-GRÉGOIR PAR VOIE LAPAROSCOPIQUE.

1. Introduction :

La chirurgie laparoscopique en urologie pédiatrique requiert une courbe d'apprentissage longue et exigeante, en particulier pour des procédures délicates comme la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich Grégoir. Dans ce contexte, l'usage des simulateurs chirurgicaux représente un outil pédagogique précieux pour l'apprentissage des gestes techniques complexes tout en garantissant la sécurité des patients (366).

2. Intérêt pédagogique du simulateur :

L'entraînement sur simulateur permet aux chirurgiens en formation d'acquérir une habileté gestuelle et une compréhension tridimensionnelle de l'anatomie pelvienne infantile, sans risque iatrogène.

Il améliore :

- La coordination œil-main dans un environnement à visibilité réduite.
- La maîtrise du plan de dissection extravésical.
- La réalisation du tunnel sous-séreux vésical sans effraction de la muqueuse.
- La mémoire somato-sensorielle.
- La tolérance au stress.
- La répétition des gestes chirurgicaux critiques sans risque pour le patient.
- La contribution à réduire la durée de la courbe d'apprentissage en chirurgie mini-invasive (367).

3. Classification des simulateurs utilisés en urologie pédiatrique :

Il existe de nombreux types de simulateurs, notamment mécaniques souvent imprimés en 3D, de réalité virtuelle, hybrides et animaux. La littérature récente a constaté un essor de plusieurs de ces simulateurs, notamment les simulateurs animés comprenant des modèles porcins et avicoles. Les différents modèles d'entraînement décrits ont évolué, passant de versions généralisées et plus simples à des versions plus complexes et dédiées aux tâches (368).

4. Simulateurs validés pour la technique de Lich Grégoir laparoscopique :

L'apprentissage de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich Grégoir par voie laparoscopique représente un défi technique important en chirurgie pédiatrique. Pour en faciliter la maîtrise, plusieurs simulateurs validés ont été développés, permettant une formation progressive, sécurisée et reproductible. (369)

4.1. Modèles expérimentaux tissulaires :

Ces simulateurs reproduisent fidèlement l'anatomie infantile et les étapes clés de la procédure y compris le trajet de dissection urétérale et la création du tunnel sous-séreux, notamment ceux développés par des centres universitaires nord-américains, européen ou asiatiques (370,371)

En Inde, validation du contenu et de construction d'un nouveau modèle de poulet pour la réimplantation urétérale laparoscopique (372). (Figure 56).

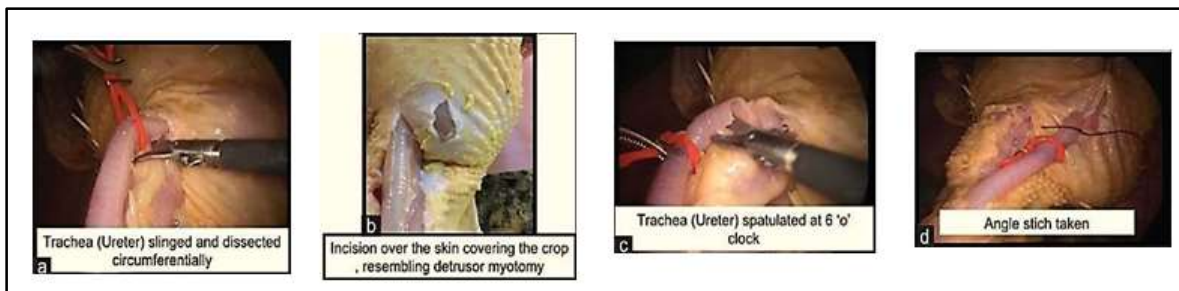


Figure 56 : Nouveau modèle de poulet pour la réimplantation (372).

- a) Trachée en boucle (uretère). b) Incision sur jabot (vessie).
c) Spatulation trachéale (urétérale). d) Point de suture angulaire.

4.2. Le simulateur LAP-SPUR (France – Argentine) :

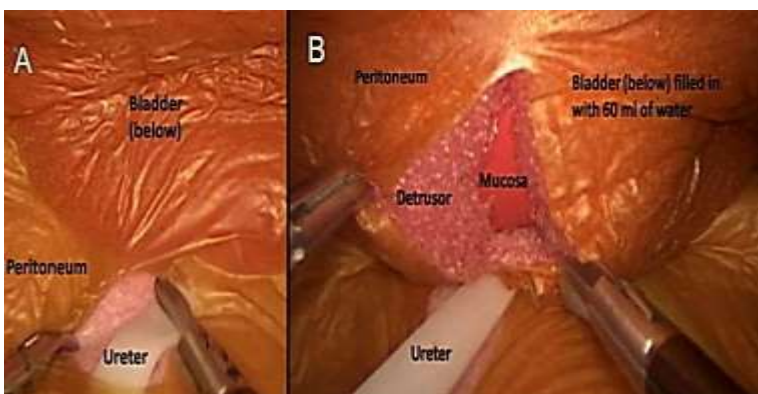
En 2018, le prototype initial du simulateur laparoscopique dédié à la réimplantation urétéro-vésicale extra-vésicale (LAP SPUR) a été développé grâce à une collaboration entre les équipes de Saint Etienne-France dirigée par F. Vallet et al. et celle de Buenos Aires-Argentine dirigée par M. Lopez et al. (373) (Figure 57).



Figure 57 : Laparoscopic Simulator for Pediatric Ureteral Reimplantation (LAP-SPUR) (373).

Ce dispositif a été validé comme étant le premier modèle spécifiquement conçu pour l'enseignement de cette procédure chez l'enfant. Il permet de reproduire avec fidélité les principales étapes de la procédure laparoscopique pédiatrique (Figure 58) :

- L'abord transpéritonéal.
- La dissection extra-vésicale de l'uretère.
- La myotomie du détrusor pour exposer la muqueuse vésicale.
- La réimplantation urétérale dans le tunnel sous-muqueux.
- La fermeture musculaire du détrusor.



(A) Le péritoine (champ IOBAN™) est incisé pour identifier l'uretère distal (long ballon blanc), isolé et disséqué vers la jonction vésico-urétérale.
(B) Vue laparoscopique. Le muscle détrusor et toutes les fibres musculaires (poche ellipsoïdale en mousse de polyuréthane) sont soigneusement sectionnés aux ciseaux jusqu'à ce que la muqueuse (ballon d'eau) soit exposée (374).

Figure 58 : Vue laparoscopique du LAP-SPUR (Laparoscopic Simulator for Pediatric Ureteral Reimplantation).

Le simulateur est constitué d'une structure anatomique pédiatrique réaliste, associant des matériaux réutilisables pour la base pelvienne et des éléments jetables pour les structures urétérales et vésicales, permettant ainsi un entraînement itératif.

Une étude évaluative a été menée auprès de 34 praticiens, incluant des chirurgiens novices et expérimentés, ayant testé le simulateur. Les résultats ont montré un haut degré de satisfaction, notamment en termes de réalisme anatomique, d'ergonomie, de facilité d'utilisation et d'utilité pédagogique. Tous les participants ont souligné l'intérêt du LAP-SPUR comme outil complémentaire de formation, soulignant l'absence fréquente de formation structurée à cette technique dans leur cursus initial (373).

Le LAP-SPUR s'intègre aisément dans les programmes de formation chirurgicale grâce à son faible coût, sa portabilité et sa reproductibilité.

Ainsi, l'utilisation du LAP-SPUR s'inscrit pleinement dans une démarche de simulation raisonnée et de chirurgie sécurisée, favorisant une acquisition progressive, encadrée et validée des compétences nécessaires à la technique de Lich Grégoir par laparoscopie. Il constitue, à ce jour, le premier simulateur validé spécifiquement dédié à cette procédure, et ouvre la voie à l'intégration de simulateurs dans l'enseignement structuré de la chirurgie urologique pédiatrique mini-invasive (373).

4.3. Autres modèles validés :

Des modèles comme ceux d'Arora et al. et de Kurashima et al. ont démontré leur validité pédagogique selon des critères reconnus. Leur utilisation améliore significativement les performances techniques, réduit le temps opératoire initial, diminue les complications peropératoires, et renforce la standardisation du geste chirurgical.

Aux USA, une étude multicentrique a permis le Développement et la validation d'un système de notation pour l'évaluation de l'échec clinique après réimplantation urétérale extravésicale laparoscopique assistée par robot pédiatrique (374).

5. Performance et validation de la simulation :

Les études montrent que la simulation permet :

- Une réduction du taux de complications peropératoires lors des premières interventions réelles.
- Une amélioration du score **OSATS** (Objective Structured Assessment of Technical Skills) (375).
- Une standardisation du geste opératoire, surtout dans des procédures techniquement exigeantes comme la laparoscopie chez le nourrisson (376).

Une étude multicentrique réalisée sur 42 résidents a démontré que l'entraînement sur simulateur pour la technique de Lich Grégoir réduisait de 35 à 40 % le temps opératoire moyen, tout en améliorant la qualité de l'anastomose urétéro-vésicale (377).

6. Intégration de la simulation dans les programmes d'apprentissage :

L'intégration d'un programme structuré de simulation laparoscopique, incluant des modules spécifiques pour la réimplantation urétérale extravésicale est désormais recommandée dans la formation des chirurgiens pédiatres. Certaines sociétés savantes comme l'European Society of Pediatric Urology (ESPU) et l'American Academy of Pediatrics (AAP) soutiennent le développement de plateformes de simulation normalisées (378).

Par ailleurs, la simulation facilite l'apprentissage de situations complexes telle qu'une anatomie variante d'un côté à l'autre, un urètre court, une vessie de petit volume ou urètre dilaté, ce qui est particulièrement utile pour anticiper les difficultés peropératoires.

NOTRE ÉTUDE

I. Problématique :

En urologie pédiatrique, la chirurgie mini-invasive est devenue le gold standard. L'approche extravésicale Lich Gregoir par voie laparoscopique préserve l'orientation native de l'orifice urétéral, facilite la manipulation et évite l'ouverture dans la totalité de l'épaisseur de la paroi de la vessie. Ce qui entraîne moins de saignements et une récupération postopératoire plus rapide.

Ainsi, l'approche laparoscopique offre une autre option qui améliore la procédure ouverte avec une meilleure cosmétique et convalescence, tout en offrant une procédure durable et efficace.

Dans la perspective d'enrichir les connaissances scientifiques sur le reflux vésicorénal et sa thérapeutique notamment chirurgicale en précisant une technique bien précise : **la technique de Lich Gregoir par voie laparoscopique**, cette étude a pour objectifs.

II. Objectifs de la recherche.

1. Objectif principal :

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer l'intérêt de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich-Grégoir réalisée par voie laparoscopique dans le traitement du reflux vésico-urétéral primitif (RVU) chez l'enfant.

2. Objectifs secondaires :

- Décrire le profil épidémiologique et clinique des enfants opérés pour un reflux vésico-urétéral primitif.
- Évaluer la faisabilité, l'efficacité et la sécurité de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale laparoscopique selon Lich-Grégoir sur les paramètres suivantes :
 - ✓ Durée opératoire.
 - ✓ Durée d'hospitalisation.
 - ✓ Évolution morphologique et fonctionnelle postopératoire (échographie, UCR, scintigraphie).
 - ✓ Morbidité postopératoire immédiate et précoce.
 - ✓ Résultats cosmétiques et récupération fonctionnelle.
- Établir des critères d'opérabilité et un calendrier de surveillance standardisé.
- Comparer les résultats de la technique de Lich-Grégoir laparoscopique en terme de discussion à :
 - ✓ La technique endoscopique par injection sous-muqueuse.
 - ✓ Les techniques laparoscopique intravésicales notamment à partir des séries algériennes publiées

III. Protocole d'étude :

1. Type d'étude :

Il s'agit d'une étude descriptive et analytique prospective, à recrutement multicentrique, portant sur 61 enfants atteints de reflux vésico-urétéral primitif.

Tous ont bénéficié d'une réimplantation urétéro-vésicale extravésicale laparoscopique selon la technique de Lich-Grégoir.

2. Lieu de l'étude :

L'étude a été menée au sein du service de chirurgie pédiatrique de l'EHS Mère-Enfant d'El-Eulma (Sétif) et dans les établissements partenaires : EPH Ras El Oued (Bordj-Bou-Arréridj), EPH Aïn El-Kebira (Sétif) et Hôpital Militaire Régional Universitaire de Constantine.

3. Définition du cas :

Le reflux vésico-urétéral primitif (RVU) se définit comme le passage rétrograde anormal de l'urine de la vessie vers l'uretère et parfois jusqu'au bassinet ou aux calices, en l'absence de cause obstructive ou neurologique identifiable. Il résulte d'une incompétence congénitale du mécanisme antireflux de la jonction urétéro-vésicale (380).

4. Codification diagnostique :

Tableau 1 : Codes CIM-10 (OMS) du reflux vésico-urétéral.

Code CIM-10	Libellé officiel	Remarques
N13.7	Uropathie associée à un reflux vésico-urétéral	Catégorie générale pour RVU acquis ou non-précisé.
N13.70	RVU non spécifique	Forme « non précisée ».
N13.71–N13.79	RVU avec ou sans cicatrices rénales	Précise la présence d'une néphropathie.
Q62.7	RVU congénital	Reflux identifié comme malformation congénitale.

- ✓ Les codes N13.71 et Q62.7 sont utilisés au bureau des entrées de l'EHS El-Eulma.
- ✓ La CIM-11, version la plus récente, en vigueur dans certains pays depuis 2022, distingue explicitement le RVU congénital (GB03.10) du RVU acquis (GB03.11), correspondant respectivement aux formes primitives et secondaires.

5. Calcul de la taille d'échantillon :

La taille de l'échantillon est calculée par la formule suivante : (381)

$$n = \frac{Z^2 P(1-P)}{d^2}$$

n = taille de l'échantillon.

- ✓ Z = Le niveau de confiance. Pour le niveau de confiance de 95%, qui est conventionnel, la valeur Z est de 1,96.
- ✓ P = prévalence estimative du RVU selon plusieurs études, Bailey en 1988 (3) et Sargent et al en 2000 ont rapporté une prévalence de 0,4 à 1,8% chez les enfants normaux en Europe (4), et de 1 à 2% Aux États-Unis (4.1).

(La valeur de la prévalence théorique prise en considération dans notre étude est : p = 1,4%).

- ✓ d = précision de 3%, d = 0,03 (marge d'erreur tolérée).

Ainsi, la taille minimale nécessaire était n = 59 enfants, valeur atteinte et dépassée dans notre étude (61 cas inclus).

6. Population d'étude :

Notre étude a porté sur des enfants présentant un reflux vésico-urétéral primitif (RVU) d'indication opératoire, âgés de 04 ans à 15 ans au moment de l'intervention.

Le recrutement des patients a été réalisé au niveau du service de chirurgie pédiatrique de l'EHS Mère-Enfant d'El Eulma Sétif, centre de référence régional pour la prise en charge des malformations de l'appareil urinaire.

Les cas inclus provenaient :

- ✓ Soit de consultations spécialisées pour RVU symptomatique ou découvert fortuitement lors d'un bilan urologique.
- ✓ Soit d'orientations émanant de différents établissements partenaires du réseau hospitalier de l'Est algérien : EPH Ras El Oued, EPH M'sila, EPH Mila, EPH Béni Ourtilane, EPH Aïn El Kebira, EPH Aïn Azel, ainsi que d'autres structures sanitaires publiques de la région de Sétif.

Pour chaque patient, un questionnaire standardisé et une fiche de collecte de données cliniques, paracliniques et opératoires ont été établis afin d'assurer une homogénéité de l'enregistrement et de l'analyse statistique.

7. Critères d'éligibilité :

7.1. Critère d'inclusion :

- Âge: enfant de 03 à 15 ans.
- Diagnostic de RVU primitif unilatéral ou bilatéral, grades III à V selon la classification internationale.
- L'indication opératoire était retenue dès lors qu'au moins l'un des critères suivants était présent :
 - ✓ La survenue de pyélonéphrites aiguës récidivantes malgré une antibioprophylaxie bien conduite.
 - ✓ L'existence de cicatrices rénales évolutives objectivées à la scintigraphie DMSA.
 - ✓ L'échec d'un traitement endoscopique préalable par injection sous-muqueuse pour un reflux vésico-urétéral de grade III à V.

Après une information orale et écrite exhaustive détaillant l'indication opératoire, la technique utilisée, les bénéfices attendus, les alternatives thérapeutiques possibles et les risques potentiels, un consentement éclairé écrit a été recueilli auprès des représentants légaux.

Par la suite, une évaluation clinique et paraclinique initiale a permis d'identifier les enfants répondant strictement aux critères d'inclusion définis par le protocole.

Le recrutement effectif n'a été réalisé qu'après la validation de la conformité des dossiers médicaux et la confirmation du consentement éclairé, garantissant ainsi le respect des exigences éthiques et méthodologiques de l'étude.

7.2. Critères de non-inclusion :

Ont été non-inclus dans l'étude :

- Les reflux vésico-urétéraux secondaires.
- Les récidives postopératoires de reflux après une précédente réimplantation chirurgicale.
- Les formes asymptomatiques de reflux découvertes fortuitement.
- Les cas de méga-uretère refluant, du fait de leurs particularités anatomiques et thérapeutiques spécifiques.

Ces non-inclusions visaient à garantir l'homogénéité de la population étudiée et la pertinence de l'analyse des résultats propres au reflux vésico-urétéral primitif.

7.3. Critères d'évaluation et de jugement :

7.3.1. Critère de jugement principal :

Le critère principal d'évaluation correspond à la disparition complète du reflux vésico-urétéral sur l'uréthrocystographie rétrograde mictionnelle (UCRM) de contrôle postopératoire, confirmant le succès anatomique et fonctionnel de la réimplantation urétéro-vésicale.

7.3.2. Critères de jugement secondaires :

Les critères secondaires reposent sur une analyse clinique, radiologique et scintigraphique.

- Clinique : présence ou absence de pyélonéphrite aiguë au cours du suivi ;
- Radiologique : évaluation échographique de la dilatation de l'arbre urinaire avant et après la chirurgie, ainsi que de la trophicité rénale (dimensions, index cortico-médullaire) ;
- Scintigraphique : analyse de la fonction rénale relative et de la présence éventuelle de cicatrices rénales à la scintigraphie DMSA, témoignant d'une néphropathie de reflux.

7.4. Définition des résultats thérapeutiques :

L'évaluation globale des résultats de la réimplantation laparoscopique selon Lich-Grégoir repose sur la combinaison des données cliniques et radiologiques :

- Le succès est défini par la disparition complète du reflux sur l'UCRM de contrôle, associée à l'absence de tout épisode infectieux urinaire au cours du suivi.
- L'amélioration correspond à la persistance d'un reflux de grade inférieur à celui observé en préopératoire, sans récurrence clinique de pyélonéphrite.
- L'échec est retenu en cas de persistance d'un reflux de même grade ou de pyélonéphrites récurrentes, traduisant une absence de bénéfice fonctionnel significatif.

8. Sources de données :

Le recrutement des patients a concerné l'ensemble des structures sanitaires de la wilaya de Sétif, ainsi que plusieurs établissements de l'Est algérien, incluant aussi bien des structures publiques que privées, afin d'obtenir un échantillon représentatif.

Les enfants ont été adressés à notre service par des médecins généralistes, pédiatres et chirurgiens pédiatres, dans le cadre d'un réseau de collaboration inter-hospitalière.

Chaque patient a été examiné en consultation spécialisée, puis inclus après constitution d'un dossier médical complet comportant les données cliniques, paracliniques et administratives.

Les dossiers ont ensuite été validés par un staff médico-chirurgical, présidé par le Professeur Touabti, garantissant une sélection rigoureuse et conforme aux critères d'inclusion.

9. Variables exploitées :

Le questionnaire comporte les parties suivantes : **(annexe 01)**

- Identification : Les données anagraphiques et sociodémographiques, âge, sexe, résidence, provenance, niveau socio-économique.
- Les antécédents.
- Circonstances de découvertes : déterminées par l'anamnèse.
- Examen clinique complet.
- Examen urologique.

- Examens neurologique et orthopédique.
- calendrier mictionnel (si indication) (**annexe 02**)
- Les résultats des explorations paracliniques pré thérapeutique : biologiques et radiologiques.
- L'étude urodynamique (si indication)
- Le déroulement du geste opératoire : avec description des étapes et leurs résultats.
- La recherche d'éventuels incidents peropératoires.
- La recherche d'éventuelles difficultés techniques.
- Le calcul du temps opératoire.
- Évolution immédiate : jusqu'à la sortie, mode de sortie.
- Suites post opératoires.
- Suivi et pronostic.

10. Suivi post-opératoire :

La surveillance postopératoire a été assurée pendant toute la durée d'hospitalisation, puis jusqu'à six mois après l'intervention, selon un calendrier standardisé.

Ce protocole de suivi comprenait :

- En postopératoire immédiat : surveillance des paramètres hémodynamiques, de la diurèse, de la température et de l'état du pansement ; contrôle de la chimie urinaire et du bilan rénal chez les enfants présentant une insuffisance rénale.
- En post-hospitalisation :
 - ✓ consultations de contrôle systématiques à 15 jours, 1 mois, 3 mois, 6 mois et 12 mois.
 - ✓ UCRM de contrôle à 3 mois, destinée à vérifier la disparition du reflux.
 - ✓ Échographie rénale à 1, 3 et 6 mois, pour suivre l'évolution des dilatations pyélocalicielles préexistantes et dépister toute sténose urétérale terminale.
 - ✓ Scintigraphie rénale isotopique (DMSA / DTPA), afin d'évaluer la fonction rénale relative, la présence de cicatrices et la perméabilité du drainage urinaire.

Ce protocole rigoureux de suivi a permis une évaluation objective, reproductible et continue de l'évolution morphologique et fonctionnelle après réimplantation laparoscopique

11. Structures partenaires :

L'étude a été conduite au sein du Service de Chirurgie Pédiatrique de l'EHS Mère-Enfant d'El Eulma (Sétif), en collaboration avec les structures hospitalières partenaires :

EPH Ras El Oued (Bordj-Bou-Arréridj), EPH Aïn El-Kebira (Sétif), et Hôpital Militaire Régional Universitaire de Constantine (HMRU).

Ces établissements disposent d'un plateau technique complet adapté à la chirurgie mini-invasive pédiatrique et d'une équipe pluridisciplinaire intégrant les services de pédiatrie, radiologie, anesthésie-réanimation.

Cette organisation collaborative a garanti la standardisation des pratiques opératoires et du suivi postopératoire.

12. Durée de l'étude :

L'étude s'est déroulée sur une période de six ans, de janvier 2019 à mars 2025, avec une interruption temporaire liée à la pandémie de COVID-19 (mars 2020 – fin 2021).

Cette période d'observation prolongée a permis d'obtenir un recul clinique et radiologique suffisant pour évaluer la fiabilité, la sécurité et la durabilité des résultats de la technique laparoscopique selon Lich-Grégoir.

13. Méthode appliquée :

13.1. Technique opératoire :

La technique adoptée dans cette étude, est la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale laparoscopique selon Lich-Grégoir, qui représente aujourd'hui une des approches mini-invasives les plus abouties en urologie pédiatrique.

Les techniques classiques à ciel ouvert demeurent efficaces et bien codifiées, mais la voie laparoscopique, en reproduisant fidèlement les principes de la méthode de Lich-Grégoir, permet une correction anatomique et fonctionnelle du reflux avec une morbidité significativement réduite.

Ainsi, la technique utilisée dans notre étude s'inscrit dans la continuité des avancées internationales, tout en étant adaptée à notre contexte régional et à l'expérience du service.

13.2. Avantages techniques et fonctionnels :

La réimplantation extravésicale laparoscopique selon Lich-Grégoir présente plusieurs avantages démontrés :

- ✓ Respect de l'intégrité vésicale, sans ouverture de la muqueuse, ce qui réduit les spasmes post-opératoires et les pertes sanguines.
- ✓ Morbidité faible, sans hématurie significative ni anastomose directe du tractus urinaire.
- ✓ Récupération postopératoire rapide, avec un besoin analgésique réduit et une durée d'hospitalisation plus courte.
- ✓ Meilleur confort fonctionnel et esthétique, grâce à l'absence de cicatrice visible et au caractère mini-invasif du geste.
- ✓ Résultats comparables à la chirurgie ouverte, tant en termes de taux de succès qu'en durabilité du traitement.

Ces atouts font de la laparoscopie une alternative sûre, efficace et cosmétique, adaptée à la population pédiatrique et conforme aux standards chirurgicaux actuels.

14. Déroulement de l'étude :

14.1. Préparation préopératoire :

La préparation préopératoire de l'enfant avant une RUEL repose sur une démarche multidimensionnelle, alliant rigueur médicale, coordination interdisciplinaire et approche psychologique adaptée.

A. Préparation psychologique et information :

- ✓ Information aux parents et recueil du consentement éclairé : présentation détaillée de la procédure, de ses bénéfices, risques potentiels et alternatives thérapeutiques.
- ✓ Information adaptée à l'enfant, selon son âge et son niveau de compréhension : familiarisation avec le bloc opératoire, le matériel chirurgical et les soins postopératoires.
- ✓ Soutien psychologique : indispensable pour réduire l'anxiété préopératoire, notamment chez les enfants ayant déjà vécu une hospitalisation prolongée.

B. Préparation infectieuse :

- ✓ L'intervention ne doit être réalisée qu'à distance de toute infection urinaire active, confirmée par un ECBU stérile et un bilan inflammatoire normalisé.
- ✓ Une antibioprophylaxie peropératoire est systématiquement administrée, le plus souvent à base de céphalosporine de 1^{re} génération, selon les recommandations de l'EAU/ESPU (1).

C. Préparation digestive :

- ✓ Jeûne préopératoire conforme aux protocoles d'anesthésie pédiatrique.
- ✓ Préparation colique non systématique, mais recommandée en cas de constipation afin de réduire la distension intestinale gênant l'exposition laparoscopique (lavement rectal la veille de l'intervention).

D. Préparation anesthésique spécifique à la laparoscopie pédiatrique :

- ✓ Anesthésie générale avec intubation orotrachéale pour un contrôle optimal de la ventilation sous pneumopéritoine.
- ✓ Prévention de l'hypothermie : matelas chauffant, réchauffement des fluides d'irrigation et de perfusion.
- ✓ Prévention de l'hypercapnie et de l'acidose : ventilation adaptée, surveillance capnographique continue.
- ✓ Accès veineux fiable et perfusion ajustée au poids.
- ✓ Vidange vésicale systématique avant induction anesthésique.

Cette phase préparatoire conditionne la sécurité opératoire, la stabilité hémodynamique et la réduction du risque infectieux et anesthésique

14.2. Matériel chirurgical utilisé :

14.2.1. Matériel de cœlioscopie pédiatrique :

L'intervention a été réalisée à l'aide d'un matériel de laparoscopie spécifique à la chirurgie pédiatrique, adapté à la morphologie et au volume viscéral des enfants.

14.2.1.1. Colonne de cœlioscopie : La colonne de cœlioscopie utilisée comprend :

A. Unité vidéo et tête de caméra.



Illustration 1 : Unité vidéo et Câble et la tête de caméra.

B. Câble optique et source de lumière.



Illustration 2 : Un système de lumière froide et Câble optique.

C. Insufflateur de CO₂.

D. Moniteur médical.



Illustration 3 : Insufflateur de CO₂.



Illustration 4 : Moniteur HD.

14.2.1.2. Instrumentation :

A. Trocars :

Dans notre étude, deux types de trocars ont été utilisés en fonction de la disponibilité du matériel :

- Les trocars à usage unique avec ballonnet transparent, assurant une fixation stable à la paroi abdominale et une étanchéité optimale du pneumopéritoine. Leur conception atraumatique limite le risque de lésions pariétales et facilite le maintien de la pression intra-abdominale pendant l'intervention. (Illustration 7).
- Les trocars en acier inoxydable réutilisables et stérilisables, sont munis d'un mandrin à lame protégée permettant une insertion sécurisée. (Illustration 8)
- La configuration habituelle comportait :
 - ✓ Un trocart ombilical de 5 mm ou 10 mm, destiné à l'introduction de l'optique (caméra 30°);
 - ✓ Deux trocars latéraux opérateurs de 3 mm ou 5 mm sont placés au niveau des fosses iliaques ou des flancs droit et gauche, leur position exacte étant ajustée en fonction de la taille et de la morphologie de l'enfant, ainsi que du côté à opérer.
 - ✓ Éventuellement un quatrième trocart de 3 mm, utilisé pour l'assistance (traction vésicale ou mobilisation de l'uretère) (Illustration 11).

La longueur et le calibre des trocars étaient ajustés en fonction de l'âge de l'enfant et de l'épaisseur de la paroi abdominale, garantissant une adaptation morphologique et une sécurité optimale.



Illustration 5 : Trocart 05 mm à ballonnet.



Illustration 6 : Trocart 05 mm.



Illustration 7 : Trocart 05 mm à usage unique.

Ainsi, l'utilisation de trocars adaptés, qu'ils soient à usage unique avec ballonnet ou réutilisables, permet de concilier sécurité, stabilité du pneumopéritoine et réduction du traumatisme pariétal, répondant aux exigences spécifiques de la chirurgie pédiatrique mini-invasive.



Illustration 8 : Trocart 10 mm



Illustration 9 : Trocart 3 mm

B. Optique 5mm 30° ou 10 mm 30° :

L'utilisation d'une optique à 30°, de calibre 5 mm ou 10 mm, constitue le choix privilégié dans la réimplantation urétéro-vésicale par voie laparoscopique.

Cette orientation angulaire permet un champ visuel élargi et une exposition optimale des structures pelviennes profondes, en particulier lors de la dissection du segment urétéral terminal et de la confection du tunnel détrusorien.

Elle contribue également à une meilleure ergonomie opératoire, favorisant la coordination des gestes et la précision de la dissection dans un espace anatomique restreint.

À défaut, l'utilisation d'une optique à 0° reste possible, bien que la visibilité et la perception de la profondeur soient plus limitées.



Illustration 10 : Optique 05 mm 30°



Illustration 11 : Optique 10 mm 30°

C. Pince bipolaire :

L'utilisation de la pince bipolaire représente un instrument de choix dans la chirurgie laparoscopique du reflux vésico-urétéral.

Elle permet une coagulation sélective et contrôlée, limitant la diffusion thermique latérale et préservant ainsi l'intégrité des tissus environnants.

Cette technologie assure une hémostase efficace et une dissection fine, atraumatique et sécurisée de l'uretère terminal et de la paroi vésicale, tout en garantissant le maintien de la vascularisation urétérale, élément déterminant pour prévenir les complications ischémiques et cicatricielles postopératoires.

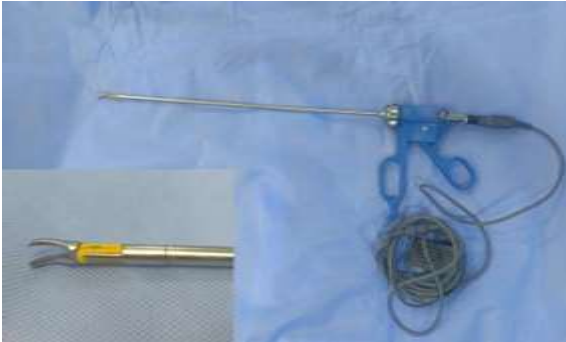


Illustration 12 : Bipolaire 05 mm

D. Pinces fenêtrées :

03 mm ou 05 mm de diamètre.



Illustration 13 : Pince fenêtrée atraumatique 03 mm

E. Dissecteur 03mm ou 5mm :



Illustration 14 : Dissecteur 03 mm

Illustration 15 : Dissecteur 05 mm

E. Porte aiguille courbe 03mm ou 5mm :



Illustration 16 : Porte aiguille 05 mm

G. Ciseaux 03mm et 5mm :

Type Metzenbaum atraumatique

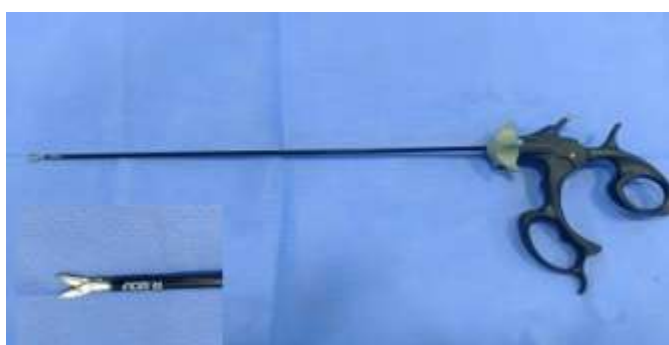


Illustration 17 : Ciseaux Metzenbaum 03 mm

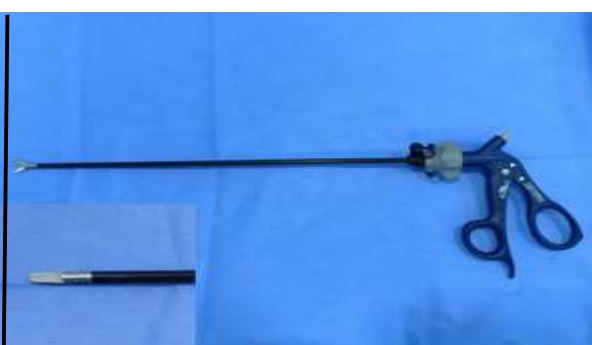


Illustration 18 : Ciseaux Metzenbaum 05 mm

H. Pince a clip 5mm :

La pince à clips de 5 mm permet l'introduction et la pose de clips en titane, utilisés pour réunir les extrémités d'un lac passé sous l'uretère, assurant ainsi sa suspension atraumatique durant la confection du tunnel sous-muqueux.



Illustration 19 : Pince a clip 5 mm.

H. Canule d'irrigation-aspiration laparoscopique (3 mm) :



Illustration 20 : Canule d'irrigation-aspiration laparoscopique (3 mm)

La canule d'irrigation-aspiration est utilisée en cas de brèche accidentelle de la muqueuse vésicale afin de permettre l'aspiration des fuites urinaires et le nettoyage localisé du champ opératoire. Elle contribue au maintien d'une visibilité optimale et à la prévention de la diffusion urinaire dans l'espace extravésical, garantissant ainsi la sécurité et la propreté du site de dissection durant la réimplantation urétéro-vésicale selon la technique de Lich-Grégoir laparoscopique chez l'enfant.



Illustration 21 : Générateur électro-chirurgical haute fréquence.



Illustration 22 : Système d'aspiration-irrigation.



Illustration 23 : Réducteur.



Illustration 24 : Lac en tissu.

14.2.1.3. Accessoires :

- ✓ Câble électrique bipolaire et monopolaire compatible avec le générateur haute fréquence avec pédales de commande. (Illustration 23).
- ✓ Système d'aspiration-irrigation double voie à commande manuelle. (Illustration 24).
- ✓ Adaptateurs et connecteurs universels pour trocars et instruments 5 mm. (Illustration 25).
- ✓ Tuyau d'insufflation de gaz CO₂ stérile avec valve anti-reflux.
- ✓ Tuyau d'aspiration et d'irrigation stérile relié à la canule correspondante.

14.2.1.4. Consommables :

- ✓ Lacs en tissu stérile (surgical loops). (Illustration 26).
- ✓ Fils résorbables tressés ou mono-filaments : 4/0 et 3/0, aiguilles rondes, courbes 3/8 ou 1/2 de cercle (13–17 mm), pour la fermeture détrusorraphique.
- ✓ Fils résorbables tressés ou mono-filaments : 5/0, aiguilles rondes, courbes 3/8 ou 1/2 de cercle (13–17 mm), pour la suture muqueuse délicate.
- ✓ Fils résorbables tressés ou mono-filaments : 2/0 et 3/0, aiguilles rondes, courbes 3/8 ou 1/2 de cercle (13–17 mm), pour suspension vésicale en fonction à l'âge de l'enfant et épaisseur du detrusor.
- ✓ Clips en titane pour joindre les deux bouts du lac.
- ✓ Sonde urinaire Foley CH 8, 10 et 12 adaptée à l'âge de l'enfant.
- ✓ Housse stérile de caméra et protection de câble optique.
- ✓ Gel lubrifiant stérile pour l'introduction urétrale.
- ✓ Seringue de toomey.
- ✓ Solution saline isotonique (NaCl 0,9 %).
- ✓ Gants stériles à usage unique.



Illustration 25 : Plateau opératoire et instrumentation utilisée pour RUEL chez l'enfant.

14.3. Organisation du personnel au bloc opératoire :

Pour le bon déroulement de l'intervention laparoscopique, une coordination rigoureuse de l'équipe opératoire est indispensable.

- Le chirurgien se positionne habituellement à la tête du patient ou du cote oppose du RVU et en cas d'atteinte bilatérale, il alterne successivement les deux côtés afin d'optimiser l'ergonomie et la précision gestuelle.
- L'assistant, placé en vis-à-vis ou à droite du chirurgien, a pour rôle principal de manipuler la caméra et d'assurer la stabilité du champ opératoire, garantissant ainsi une visualisation constante et de qualité.
- L'infirmier(e) instrumentiste, situé(e) à proximité immédiate du chirurgien, assure la préparation, la présentation et la rotation des instruments, selon la séquence opératoire prévue.
- Le moniteur vidéo est positionné au pied de la table opératoire, dans l'axe du regard du chirurgien, afin de favoriser une posture ergonomique et une coordination fluide entre les membres de l'équipe.

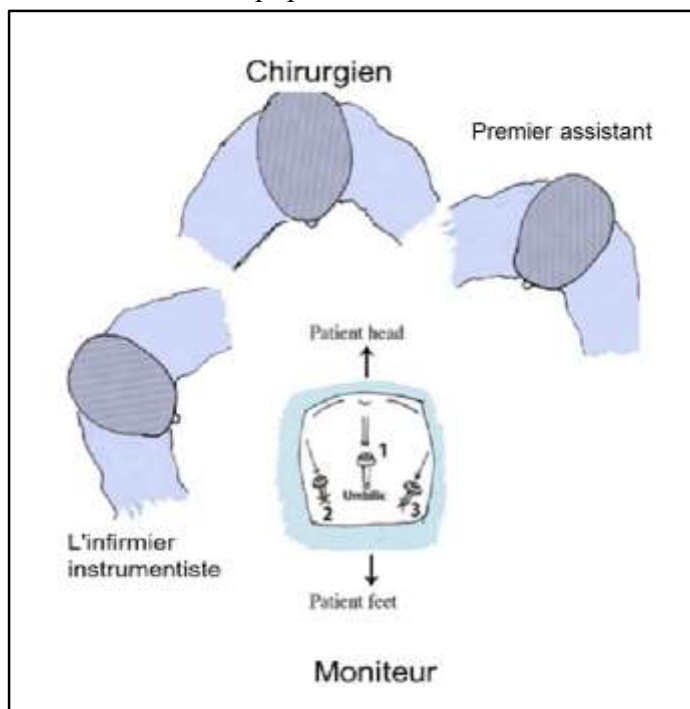


Illustration 26 : Le chirurgien à la tête du patient.

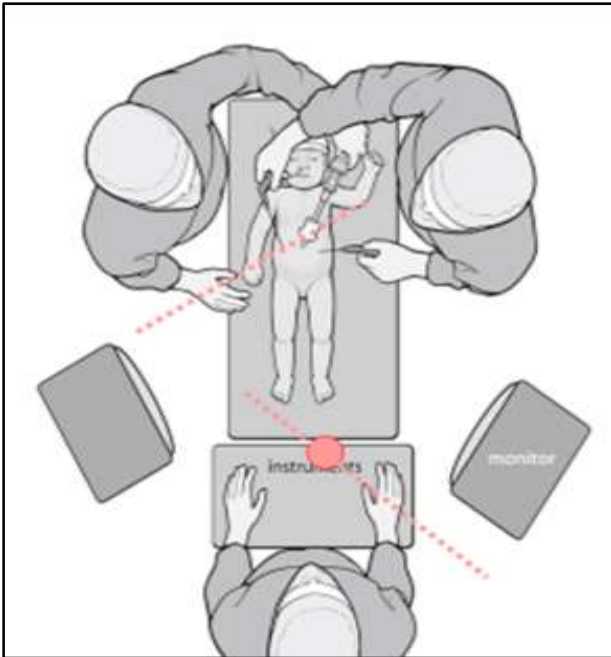


Illustration 27 : Le chirurgien se positionne du côté opposé du RVU et en cas d'atteinte bilatérale.

14.4. Technique opératoire :

14.4.1. Préparation pré-opératoire :

La technique opératoire ne nécessite pas de préparation spécifique particulière. Cependant, une préparation mécanique douce de l'intestin peut être envisagée chez les enfants présentant une constipation chronique.

Cette mesure vise à réduire la distension colique et à améliorer l'exposition pelvienne lors de la création du pneumopéritoine, facilitant ainsi la dissection vésicale et urétérale dans un champ opératoire plus stable et dégagé.

14.4.2. Anesthésie :

L'intervention est réalisée sous anesthésie générale, conformément aux protocoles pédiatriques standards.

Une intubation oro-trachéale avec ventilation contrôlée est systématiquement pratiquée, assurant la sécurité des voies aériennes et le maintien d'une stabilité hémodynamique durant la phase de pneumopéritoine.

Une surveillance multimodale continue est instaurée tout au long de l'intervention, associant :

- ✓ La capnographie, pour le contrôle de la ventilation et la prévention de l'hypercapnie, le monitoring cardiorespiratoire et hémodynamique,
- ✓ La surveillance de la température corporelle, afin de prévenir l'hypothermie peropératoire fréquente en chirurgie pédiatrique.

Ces mesures permettent d'optimiser la sécurité anesthésique et de prévenir les désordres physiologiques liés à l'insufflation de CO₂ chez l'enfant.

14.4.3. Installation du patient :

Le patient est installé en décubitus dorsal, les bras le long du corps, de manière à garantir une exposition symétrique du pelvis. Les jambes sont légèrement écartées et reposent sur de petits billots placés sous les genoux, assurant confort et stabilité tout en facilitant l'accès à la région pelvienne.

Une inclinaison modérée en Trendelenburg, comprise entre 15° et 20°, est systématiquement adoptée. Cette position permet un recul des anses intestinales vers la région diaphragmatique, dégageant ainsi la zone vésico-urétérale et améliorant la visibilité du champ opératoire. Elle réduit également le besoin de manipulation digestive, limitant le risque de traumatismes viscéraux et optimisant la dissection du détrusor et de l'uretère terminal.

L'abdomen, le bassin et le périnée sont préparés selon un protocole d'asepsie rigoureux, de manière à préserver la possibilité d'une conversion ou manipulation périnéale si nécessaire. Une sonde vésicale Foley est introduite en condition stérile et raccordée à une seringue Toomey remplie de sérum physiologique isotonique.

Cette instillation contrôlée permet une distension progressive et homogène de la vessie, rendant la paroi vésicale plus tendue ; elle favorise ainsi la visualisation du trigone et du trajet urétéral tout en facilitant une dissection atraumatique et précise des plans sous-muqueux.

Enfin, la table opératoire, les champs stériles et le matériel laparoscopique sont disposés de façon stratégique pour optimiser l'ergonomie du geste opératoire et permettre, en cas de nécessité, une conversion rapide en laparotomie dans des conditions sécurisées.



Illustration 28 : Installation du patient.

14.4.4. Déroulement de l'intervention :

14.4.4.1. Accès et abord laparoscopique :

L'abord laparoscopique débute par la création d'un pneumopéritoine par voie ouverte, selon la technique de Hasson, largement recommandée en chirurgie pédiatrique pour sa sécurité. Une mini-incision ombilicale inférieure est réalisée, permettant l'introduction d'un trocart optique de 5 mm.

Le pneumopéritoine est ensuite établi par insufflation de CO₂ à une pression comprise entre 8 et 12 mmHg, ajustée selon l'âge et le poids de l'enfant, de manière à limiter les répercussions respiratoires et hémodynamiques.

L'optique à 30° est introduite à travers le trocart ombilical, offrant une vision panoramique et tridimensionnelle du pelvis.

Sous contrôle visuel, deux trocarts opérateurs de 3 à 5 mm sont insérés latéralement, de part et d'autre de la ligne médiane, le long des bords externes des muscles grands droits, à hauteur ou légèrement en dessous de l'ombilic.

Cet agencement respecte les principes de triangulation laparoscopique, assurant une ergonomie optimale des gestes de dissection et de suture.

En cas de morphologie pelvienne particulière ou d'intervention bilatérale, un trocart accessoire de 3 mm peut être ajouté sur la ligne médiane hypogastrique pour assister la traction vésicale.

Le chirurgien et son assistant se placent du côté opposé à l'uretère opéré, l'assistant tenant la caméra en position légèrement caudale par rapport à l'opérateur.

La taille et le nombre des trocars sont adaptés à l'âge de l'enfant, à sa corpulence et aux contraintes instrumentales, selon le schéma suivant :

- la petite morphologie, le petit enfant : trocart optique 5 mm, trocars opérateurs 3 mm.
- la grande morphologie, le grand enfant : trocart optique 10 mm, trocars opérateurs 5 mm.

Cet abord permet une exposition stable, un confort gestuel optimal, et la possibilité d'une conversion rapide en cas de difficulté technique.

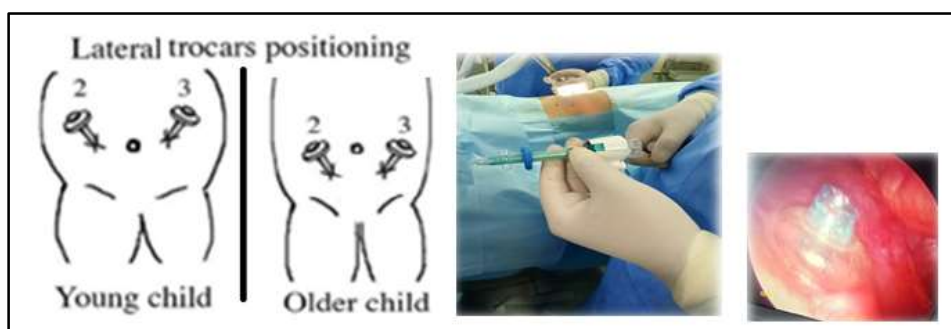


Illustration 29 : Accès et abord laparoscopique.



Illustration 30 : Mise en place des trocars opérateurs.

A. Introduction prudente du trocart ombilical de 5 mm, sous contrôle visuel direct

B. Connexion du système d'insufflation et création du pneumopéritoine au CO₂ à une pression comprise entre 8 et 12 mmHg, ajustée selon l'âge et le poids de l'enfant et Insertion d'une optique à 30° à travers le trocart ombilical.

C. Introduction de deux trocars de 5 mm sous contrôle visuel, de part et d'autre de la ligne médiane, le long des bords latéraux des muscles grands droits en respectant la règle de triangulation.

14.4.4.2. Exploration initiale et repérage de l'uretère

L'exploration laparoscopique initiale débute par une inspection systématique de la cavité pelvienne, permettant d'écarter toute anomalie associée et d'identifier avec précision le trajet de l'uretère terminal.

Le repérage se fait classiquement au niveau du croisement de l'uretère avec les vaisseaux iliaques, point de repère anatomique constant.

La dissection est amorcée à ce niveau, à l'aide de pinces fines et d'une énergie bipolaire contrôlée, selon une gestuelle atraumatique et respectueuse de la vascularisation adventicielle. Une incision longitudinale du péritoine est pratiquée au-dessus de l'uretère, depuis le détroit pelvien jusqu'à la face postérieure de la vessie, afin d'exposer progressivement le segment terminal et la paroi détroisurienne.

- ✓ Chez le garçon, la dissection de l'uretère est conduite avec prudence, en le libérant de la gaine déférentielle et du cordon spermatique, tout en préservant intégralement le canal déférent.
- ✓ Chez la fille, l'uretère est disséqué en le séparant du ligament large, en identifiant soigneusement les structures vasculaires ovariennes et utérines. Le ligament rond peut être sectionné afin d'élargir la fenêtre péritonéale et d'améliorer la mobilité du segment urétéral.

L'uretère terminal est ensuite individualisé par dissection émoussée, au contact de la paroi vésicale, souvent accompagné de l'artère vésicale supérieure, qui chemine parallèlement à lui. Pour optimiser la manipulation, un lac en tissu non traumatique est passé sous l'uretère puis suspendu à l'aide d'un clip en titane de 5 mm (pince à clips), assurant ainsi une traction douce et stable durant la confection du tunnel sous-muqueux. Cette étape facilite la mobilisation contrôlée de l'uretère jusqu'à sa jonction urétéro-vésicale.

Ainsi, au terme du repérage et de la mobilisation initiale de l'uretère, certaines précautions techniques doivent impérativement être observées lors de la dissection urétérale, afin de garantir la sécurité tissulaire et la préservation fonctionnelle des structures adjacentes.

La dissection doit être conduite avec minutie et sous contrôle visuel permanent, afin de préserver la vascularisation segmentaire de l'uretère, essentielle à la prévention des complications ischémiques telles que la sténose, la nécrose ou l'obstruction secondaire.

Une attention particulière est portée à la préservation des structures nerveuses pelviennes adjacentes, notamment les branches du plexus hypogastrique inférieur, afin d'éviter toute atteinte du tonus vésico-sphinctérien.

Enfin, la manipulation doit demeurer délicate et limitée, en évitant toute traction excessive ou contact prolongé avec des instruments énergétiques. Cette approche diminue considérablement le risque de lésions des anses intestinales, du mésentère et des annexes chez la fillette.

L'association d'une dissection fine, d'une traction maîtrisée et d'une exposition anatomique progressive constitue un prérequis fondamental à la réussite du geste antireflux selon la technique extravésicale de Lich-Grégoir.

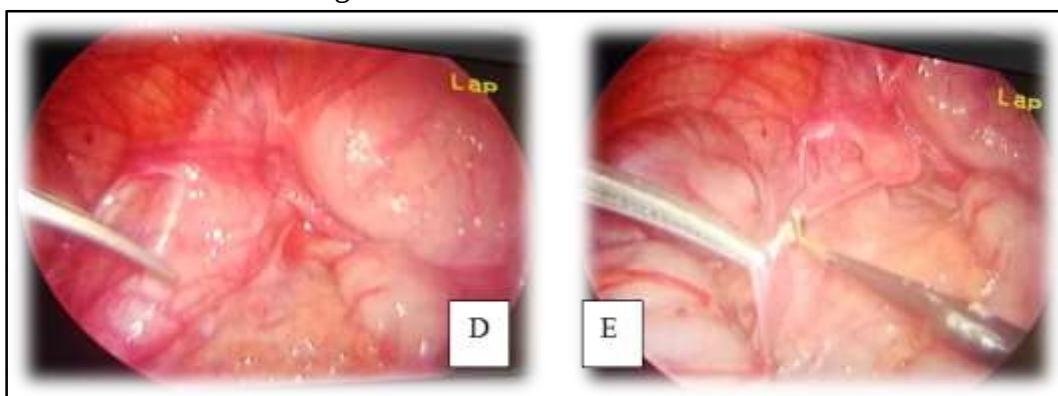


Illustration 31 :

D. Exploration initiale et repérage de l'uretère.

E. Incision longitudinale du péritoine au-dessus de l'uretère.

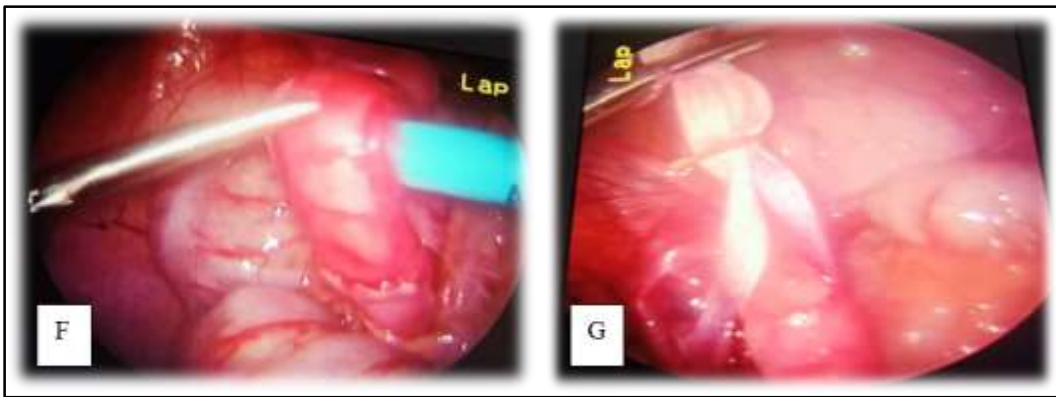


Illustration 32 : Étapes laparoscopiques de la dissection urétérale et de la suspension atraumatique.

F. Dissection minutieuse de l'uretère terminal et mise en place d'un lac stérile de traction, permettant une mobilisation atraumatique tout en préservant la vascularisation adventicielle.

G. Suspension de l'uretère après fixation des deux extrémités du lac par un clip en titane, assurant une exposition stable de la jonction urétéro-vésicale en vue de la confection du tunnel sous-muqueux.

14.4.4.3. Création du tunnel sous-muqueux extravésical (détrusorotomie) :

Après la mobilisation complète et atraumatique de l'uretère terminal, un fil de traction trans-pariétal résorbable 2/0 ou 3/0 est placé au niveau du dôme vésical afin d'exposer la paroi postérieure de la vessie.

La vessie est ensuite progressivement remplie de sérum physiologique à l'aide d'une seringue de Toomey, jusqu'à obtenir une distension modérée et symétrique. Ce remplissage permet de tendre les fibres musculaires du détrusor, de délimiter les plans anatomiques et d'identifier précisément la zone de la future détrusorotomie.

Le site de l'incision musculaire est repéré sur la paroi postéro-latérale de la vessie, en suivant une ligne oblique ascendante, latérale à la jonction urétéro-vésicale.

La longueur du tunnel sous-muqueux est calculée de manière à représenter quatre à cinq fois le diamètre urétéral, soit environ 2 à 3 cm chez l'enfant, conformément au rapport antireflux décrit par Lich et Grégoir.

Cette proportion garantit une valve fonctionnelle efficace, favorisant le mécanisme antireflux dynamique sans compromettre le drainage vésico-urétéral.

L'incision du détrusor est réalisée au bistouri bipolaire fin, selon une ligne oblique latérale et ascendante, partant du site d'implantation urétérale vers le dôme vésical. La section est effectuée progressivement, en traversant successivement la séreuse puis les fibres musculaires superficielles et profondes du détrusor, jusqu'à visualisation de la muqueuse vésicale qui fait discrètement hernie à travers la fenêtre musculaire.

La dissection des berges est poursuivie délicatement au dissecteur laparoscopique, afin d'élargir et de régulariser le sillon tout en respectant la muqueuse. Toute effraction accidentelle de la muqueuse vésicale doit être immédiatement réparée par un point en X avec un fil résorbable monofilament 5/0, assurant l'étanchéité du plan et la continuité du tunnel. Une hémostase minutieuse est réalisée tout au long de la procédure, maintenant une excellente visibilité et limitant la diffusion thermique aux tissus avoisinants.

Ainsi, la réalisation de la détrusorotomie requiert le respect de précautions techniques précises et de principes de sécurité opératoire, garantissant une dissection maîtrisée, une préservation tissulaire optimale et une prévention efficace des complications per- et postopératoires.

- ✓ Maintenir une traction douce et stable sur le fil trans-pariétal afin de stabiliser la vessie sans provoquer de déchirure ni d'ischémie pariétale.
- ✓ Contrôler en permanence la profondeur de l'incision et la dissection des berges pour préserver la vascularisation sous-muqueuse.
- ✓ Adapter le remplissage vésical selon l'âge et la taille de l'enfant afin d'optimiser la visibilité pelvienne sans tension excessive.
- ✓ Surveiller l'intégrité des vaisseaux sous-séreux, notamment les branches vésicales supérieures, pour prévenir tout saignement ou spasme ischémique.
- ✓ Orienter le tunnel latéralement et en direction crâniale, suivant la trajectoire naturelle de l'uretère, afin d'obtenir un trajet long, rectiligne et sans torsion.
- ✓ Respecter la région trigono-urétérale, riche en fibres nerveuses parasympathiques issues du plexus pelvien, dont la préservation est indispensable pour éviter les troubles de la vidange vésicale post-opératoire

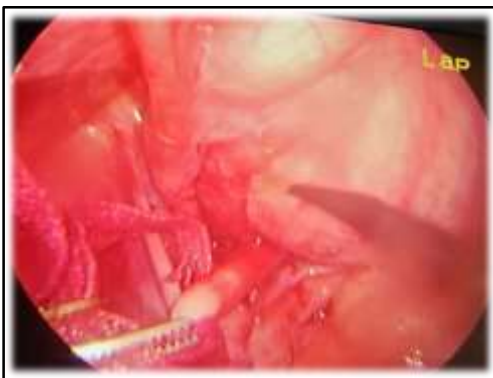


Illustration 33 : Dissection laparoscopique de l'uretère proximal.

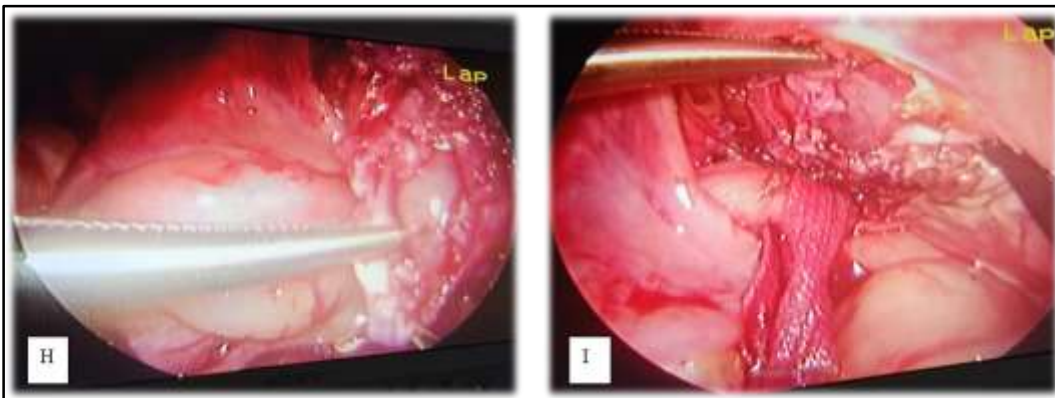


Illustration 34 : Création tunnel sous muqueux détrusorien.

H- Étape initial de la confection

I- Étape initiale de la confection et vérification de son intégrité

14.4.4.4. Passage et réimplantation de l'uretère :

Après sa préparation minutieuse et sa libération complète, l'uretère est placé sous lac de suspension atraumatique, permettant sa manipulation sans compromettre sa vascularisation adventicielle.

Sous contrôle visuel direct, il est ensuite acheminé à travers le tunnel sous-muqueux extravésical nouvellement créé, en respectant son orientation anatomique naturelle et en évitant toute torsion ou traction excessive.

La fixation initiale est assurée par la mise en place d'un premier point de suture au niveau du néo-hiatus urétéral, point maintenu par l'assistant afin de stabiliser l'uretère durant la confection du tunnel. Cette étape est réalisée après vidange vésicale, condition indispensable pour réduire la tension pariétale et optimiser la fermeture musculaire.

La fermeture du détrusor est ensuite effectuée de manière progressive et symétrique, par trois à quatre points séparés de fil résorbable monofilament 4/0, assurant une coaptation homogène des berges musculaires sur l'uretère. Les points sont placés alternativement de part et d'autre du tunnel, en veillant à ne pas transfixier ni comprimer l'adventice urétérale.

Cette précaution permet de préserver la vascularisation péri-urétérale, évitant ainsi toute sténose ischémique ou fibrose secondaire.

La suture est systématiquement vérifiée à l'aide d'une pince coudée de 3 mm, garantissant la liberté du passage urétéral et l'absence de constriction. Une fois la réimplantation achevée, les fils de traction vésicale sont libérés, puis la vessie est remplie à l'aide d'une seringue de Toomey pour vérifier l'étanchéité et exclure toute fuite urinaire.

Un **drain de redon en siphonage** est mis en place **uniquement en cas d'ouverture muqueuse** ou de dissection profonde à proximité du trigone.

La **sonde vésicale Foley** est généralement **retirée dès le lendemain matin**, permettant une reprise mictionnelle rapide et une hospitalisation de courte durée.



Illustration 35 : Mise en place du premier point au niveau du neo hiatus.

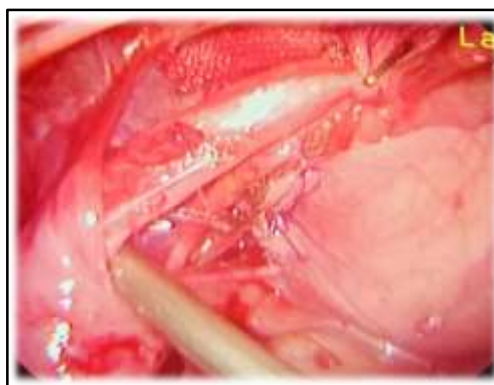


Illustration 36 : Fermeture du détrusor et vérification de la tension urétérale.

14.5. Simulation chirurgicale et apprentissage procédural en laparoscopie pédiatrique:

Avant l'application clinique de la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique chez l'enfant atteint de reflux vésico-urétéral primitif, un programme structuré de simulation chirurgicale a été instauré afin de garantir une maîtrise progressive, sûre et reproductible du geste opératoire.

L'entraînement a été réalisé sur un simulateur personnel conçu selon le modèle des dispositifs validés dans la littérature internationale depuis 2018, reproduisant de manière fidèle les conditions techniques et spatiales de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale laparoscopique. Ce simulateur permettait de reproduire les contraintes de triangulation, de profondeur de champ et de précision gestuelle inhérentes à la chirurgie mini-invasive pédiatrique.

Le programme de formation comportait des séances hebdomadaires de trois heures, totalisant environ 130 heures d'entraînement cumulées, réparties sur plusieurs mois. Cette préparation progressive visait à acquérir une habileté technique standardisée et une fluidité opératoire comparable aux exigences du bloc réel.



Illustration 37 : Simulateur personnel dédié à l'apprentissage de la technique de Lich-Gregoir par voie laparoscopique.

Les objectifs pédagogiques incluaient :

- ✓ L'acquisition et la reconnaissance des repères anatomiques et spatiaux de la région pelvienne.
- ✓ La maîtrise de l'abord laparoscopique, de la triangulation instrumentale et de la coordination œil-main.
- ✓ La dissection urétérale contrôlée avec préservation de la vascularisation adventicielle.
- ✓ La création du tunnel sous-muqueux selon la séquence opératoire standardisée.
- ✓ L'apprentissage des sutures fines laparoscopiques (fixation du néo-hiatus, fermeture du tunnel détrusorien).
- ✓ La gestion simulée des incidents per-procédure, notamment la perforation muqueuse, le saignement mineur ou la perte de champ opératoire.

Par ailleurs, une séance de simulation ciblée était systématiquement programmée avant chaque intervention clinique, afin de consolider les automatismes, de réduire le temps opératoire réel et de minimiser le risque de complication iatrogène.

Cette démarche s'inscrit dans une approche de chirurgie pédiatrique raisonnée et sécurisée, fondée sur la courbe d'apprentissage validée par simulation, désormais reconnue comme une étape incontournable de la formation à la laparoscopie reconstructrice en urologie pédiatrique.

14.6. Méthodes statistiques :

14.6.1. Recueil des données :

Le recueil des données a été réalisé de manière prospective, à partir du moment de l'inclusion de chaque cas de reflux vésico-urétéral primitif (RVU) répondant aux critères d'éligibilité.

Pour chaque patient, une fiche individuelle standardisée a été élaborée, regroupant l'ensemble des informations cliniques, paracliniques et opératoires, ainsi que les données de suivi postopératoire.

Un dossier médical pour chaque cas est ouvert comportant l'observation médico-chirurgicale et tous les documents concernant les bilans demandés durant la prise en charge et le suivi des malades. Donc, Pour chaque cas répondant aux critères d'éligibilité, les informations ont été recueillies sur un questionnaire en papier standardisé et adapté à l'étude sert comme outil et support de collecte des données.

Il est rempli par le chercheur sur la base des informations cliniques, paracliniques et médico-chirurgicales relevées sur les différents documents de diagnostic durant la période de prise en charge et de suivi des malades inclus dans l'étude.

Le recueil de données se fait à chaque consultation sur la fiche d'enquête individuelle pour chaque patient présentant un RVU, précisant les informations individuelles socio- démographiques, les données épidémiologiques, cliniques, paracliniques, radiologiques et évolutives.

Chaque fiche portait un numéro d'identification unique, correspondant au numéro du dossier hospitalier, garantissant ainsi la traçabilité et la confidentialité des données.

Les variables collectées couvraient:

- ✓ Les données sociodémographiques (âge, sexe, provenance, contexte familial),
- ✓ Les antécédents personnels et familiaux,
- ✓ Les données cliniques (symptomatologie, grade du RVU, latéralité),
- ✓ Les explorations paracliniques (échographie, urétérocystographie rétrograde, scintigraphie rénale),
- ✓ Les paramètres opératoires (type d'intervention, durée opératoire, incidents peropératoires),
- ✓ Les résultats postopératoires (évolution clinique et radiologique, complications éventuelles).

14.6.2. Gestion et validation des données :

La gestion des données a été effectuée de manière rigoureuse afin d'assurer leur qualité, leur exhaustivité et leur fiabilité.

Chaque fiche a fait l'objet d'un contrôle systématique visant à détecter les doublons, incohérences, valeurs manquantes ou erreurs de transcription.

La saisie a été réalisée à l'aide du logiciel Microsoft Excel (version 2013), puis validée et exportée pour analyse statistique.

Un double contrôle a été effectué à la fin de la saisie pour garantir la concordance entre les données brutes et numériques.

Les ajustements et corrections ont été réalisés au fur et à mesure du suivi, selon une méthodologie prospective et évolutive.

14.6.3. Modalités d'analyse statistique :

L'analyse statistique des données a comporté deux volets complémentaires : un volet descriptif et un volet analytique. Elle a été réalisée à l'aide des logiciels IBM SPSS Statistics (version 26) et Microsoft Excel (version 2013).

L'analyse descriptive a permis de caractériser la population étudiée et de résumer les principales variables épidémiologiques, cliniques, opératoires et évolutives. Les variables quantitatives ont été exprimées à l'aide des paramètres usuels de tendance centrale et de dispersion, comprenant le nombre d'observations, la moyenne, l'écart-type, la médiane, les valeurs extrêmes (minimum et maximum) ainsi que les intervalles de confiance à 95 %.

Les variables qualitatives, quant à elles, ont été présentées sous forme d'effectifs absolus et de fréquences relatives exprimées en pourcentage. Les pourcentages ont été calculés par rapport à la taille totale de la population étudiée.

L'analyse bivariée a été utilisée afin d'étudier les associations potentielles entre les variables cliniques, opératoires et évolutives, notamment l'âge, le sexe, la latéralité, le grade du reflux, la durée opératoire et les suites postopératoires. Le plan d'analyse statistique a été conçu de manière à répondre aux objectifs principaux et secondaires de l'étude, portant principalement sur la description épidémiologique et chirurgicale, ainsi que sur le suivi évolutif des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés par voie laparoscopique.

Les résultats ont été présentés sous forme tabulaire et graphique, en utilisant des tableaux de synthèse comparatifs, des histogrammes, des diagrammes circulaires, des courbes évolutives et des boîtes à moustaches. La réalisation des représentations graphiques a été effectuée avec le logiciel Microsoft Excel 2013, garantissant une présentation claire, homogène et standardisée des données statistiques.

Les tests statistiques appliqués ont respecté les conditions d'utilisation usuelles selon la nature et la distribution des variables. Le seuil de signification statistique a été fixé à $p < 0,05$, conformément aux recommandations méthodologiques internationales en recherche clinique.

14.6.4. Éthique, déontologie et conflit d'intérêt :

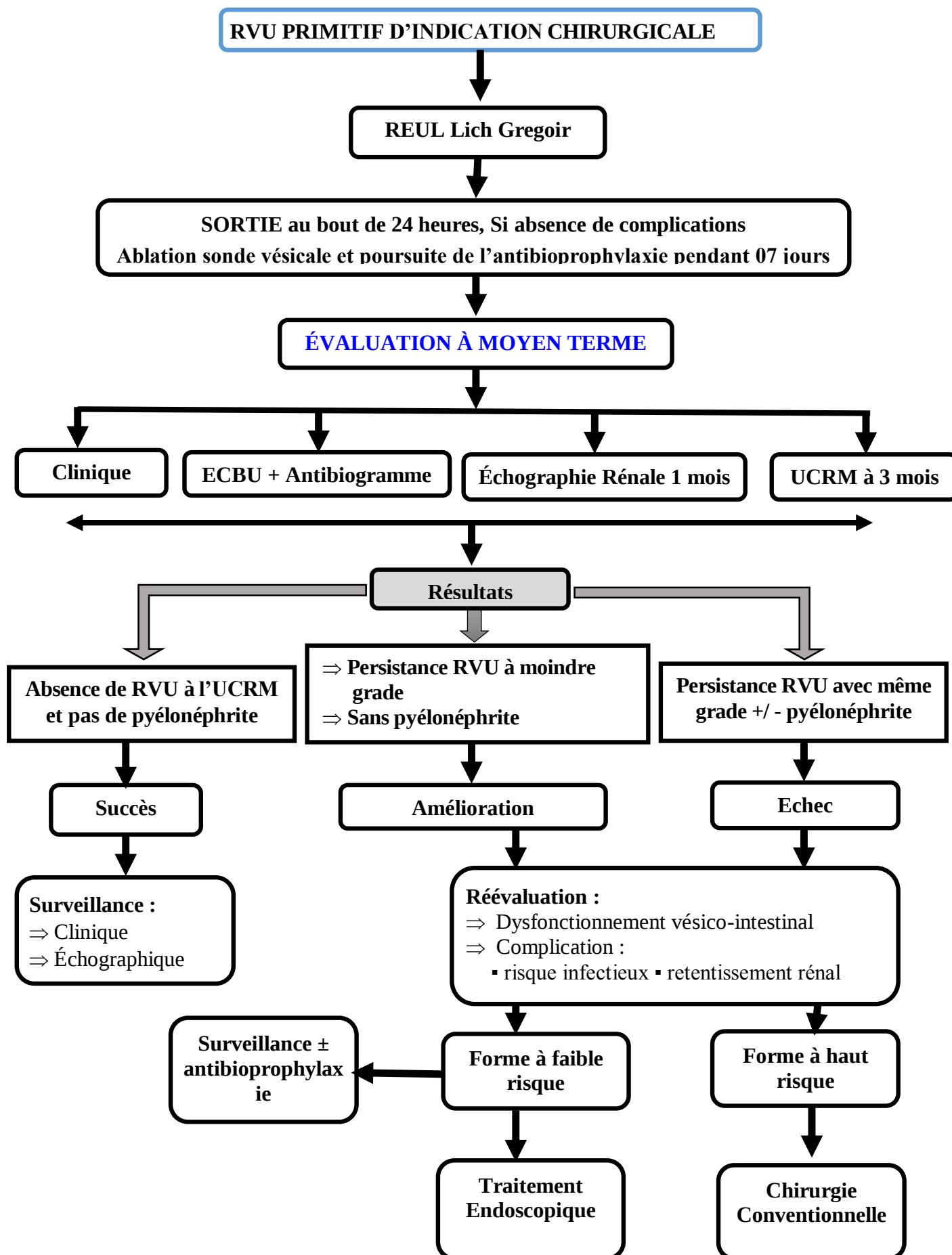
L'ensemble de cette étude a été conduit dans le strict respect des principes éthiques et déontologiques applicables à la recherche médicale sur l'être humain, conformément aux recommandations de la Déclaration d'Helsinki et aux directives nationales relatives à la recherche clinique.

La confidentialité des données a été rigoureusement garantie tout au long du processus de recueil, d'analyse et de présentation des résultats. Les informations nominatives relatives aux patients ont été traitées de manière anonyme et codée, dans le respect du secret médical et des obligations légales en vigueur. L'accès aux dossiers médicaux a été limité exclusivement à l'équipe de recherche autorisée, dans le cadre du protocole validé.

Le suivi postopératoire des patients s'est effectué selon les mêmes principes de confidentialité, en assurant la protection des données personnelles et la préservation de la dignité de l'enfant et de sa famille.

Aucun conflit d'intérêt n'est déclaré par les auteurs de cette étude. Le travail a été réalisé de manière totalement indépendante, sans influence extérieure, ni financement susceptible d'altérer l'objectivité scientifique des résultats ou des conclusions présentées.

SCHÉMA GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE



RÉSULTATS

I. Données démographiques et générales.

1. Répartition selon le sexe.

Tableau 2 : Répartition des patients selon le sexe.

Sexe	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Filles	33	54,1
Garçons	28	45,9
Total	61	100

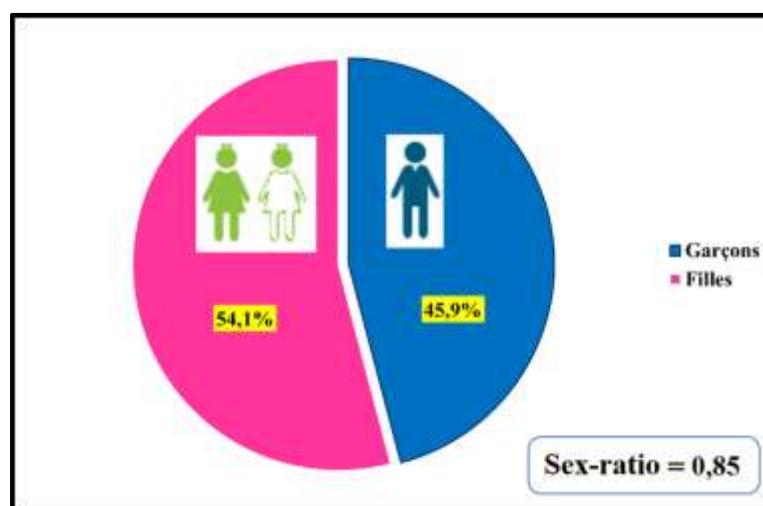


Figure 1 : Répartition des patients selon le sexe (Sex-ratio = 0,85).

La population étudiée comprend 61 enfants opérés pour reflux vésico-urétéral primitif, dont **33 filles (54,1 %)** et **28 garçons (45,9 %)**, soit un **sex-ratio de 0,85** en faveur du sexe féminin.

2. Répartition selon les classes d'âge.

Tableau 3 : Répartition des patients selon l'âge.

Âge	Effectif (n)	Pourcentage (%)
03–05 ans	40	65,6
06–12 ans	19	31,1
12-15 ans	02	03,3
Total	61	100

La répartition selon l'âge montre une prédominance nette des enfants âgés de 3 à 5 ans, représentant 65,6 % de l'effectif total. La tranche de 6 à 12 ans regroupe 31,1 % des patients, tandis que les plus âgés, entre 12 et 15 ans, ne représentent que 3,3 %. Cette répartition met en évidence une concentration des cas dans les tranches d'âge **préscolaire** et **scolaire précoce**.

3. Répartition selon la moyenne d'âge.

Tableau 4 : Paramètres descriptifs de l'âge au moment de l'intervention.

Âge (ans)	Les deux sexes
Moyenne	5,34±2,48
Médiane	5
Mode	3
Minimum	3
Maximum	13
Effectif	61

L'âge moyen des enfants opérés est de **5,34 ± 2,48 ans**, avec une **médiane à 5 ans** et un **mode à 3 ans**. Les **âges extrêmes** s'étendent de **03 à 13 ans**, soit une **étendue de 10 ans**, traduisant une population majoritairement constituée d'enfants d'âge préscolaire.

4. Répartition selon l'âge et le sexe.

Tableau 5 : Répartition des patients selon l'âge et le sexe.

Sexe/Âge	Filles Effectif (%)	Garçons Effectif (%)	Total Effectif (%)
03–05 ans	21 (63,6%)	19 (67,9%)	40 (65,6%)
06–12 ans	11 (33,3%)	08 (28,6%)	19 (31,1%)
12-15 ans	01 (03,0%)	01 (03,6%)	02 (03,3%)
Total	33 (100%)	28 (100%)	61 (100%)

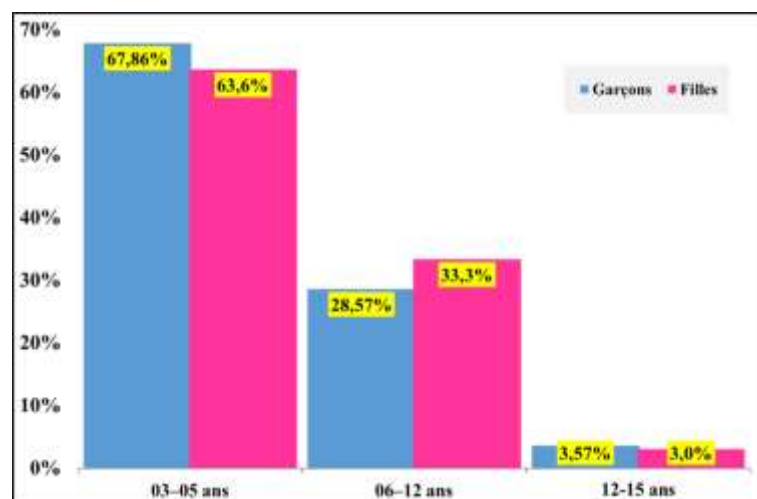


Figure 2 : Répartition des enfants opérés pour reflux vésico-urétéral selon les tranches d'âge et le sexe.

Tableau 6 : Paramètres descriptifs de l'âge au moment de l'intervention selon le sexe.

Âge (ans)	Masculin	Féminin	Les deux sexes
Moyenne	5,32±2,52	5,36±2,49	5,34±2,48
Médiane	5	5	5
Mode	3	3	3
Minimum	3	3	3
Maximum	13	13	13
Effectif	28	33	61

La comparaison des moyennes d'âge selon le sexe : p-value = 0,94, DNS.

La répartition croisée selon l'âge et le sexe montre une prépondérance des enfants âgés de 3 à 5 ans, qui représentent 65,6 % de l'effectif total. Cette prédominance est observée aussi bien chez les filles (63,6 %) que chez les garçons (67,9 %).

Les tranches d'âge 6 à 12 ans et 12 à 15 ans regroupent respectivement 31,1 % et 3,3 % des patients.

L'âge moyen des enfants opérés est de $5,34 \pm 2,48$ ans, sans différence significative entre les deux sexes ($p = 0,94$; DNS).

La médiane est de 5 ans et le mode de 3 ans, avec des extrêmes allant de 1 à 13 ans.

L'ensemble de ces données met en évidence que le reflux vésico-urétéral primitif est diagnostiqué majoritairement chez l'enfant d'âge préscolaire, et qu'il touche les deux sexes de manière comparable à cette période.

5. Répartition selon le poids, la taille et l'indice de masse corporelle (IMC).

5.1. Répartition selon le poids.

Tableau 7 : Répartition des patients selon le poids.

Poids	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Poids normal	57	93,4
Retard pondéral modéré	4	6,6
Total	61	100

5.2. Répartition selon la taille.

Tableau 8 : Répartition des patients selon la taille.

Taille	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Taille normale	56	91,8
Retard statural modéré	02	03,3
Retard statural sévère	03	04,9
Total	61	100

5.3. Répartition selon l'IMC.

Tableau 9 : Répartition des patients selon l'indice de masse corporelle (IMC).

IMC (poids/taille ²)	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Poids normal	56	100
Total	61	100

L'analyse des paramètres anthropométriques montre que la majorité des enfants opérés présentent des valeurs pondérales et staturales normales.

Ainsi, 93,4 % des patients ont un poids normal et seuls 6,6 % présentent un retard pondéral modéré.

Concernant la taille, 91,8 % des enfants ont une stature normale, tandis que 3,3 % présentent un retard statural modéré et 4,9 % un retard sévère.

Enfin, l'ensemble des patients ont un indice de masse corporelle (IMC) dans les normes, traduisant un bon état nutritionnel global de la population étudiée.

6. Répartition géographique des patients selon la commune et la wilaya de résidence.

6.1 Répartition selon la commune de résidence.

Tableau 10 : Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la commune de résidence (Wilaya de Sétif).

Commune	Effectif (n)	Pourcentage (%)
El Eulma	25	41,0
Beni Fouda	3	4,9
Dehamcha	3	4,9
Ain El Kebira	2	3,3
Ain Lahdjar	2	3,3
Guelta Zerga	3	4,9
Amoucha	1	1,6
Guedjel	1	1,6
Hammam Sokhna	1	1,6
Rasfa	1	1,6
M'Sila	5	8,2
BBA	4	6,6
N'Gaous	2	3,3
Ain Touta	2	3,3
Barika	1	1,6
Ras El Aioun	1	1,6
Batna	1	1,6
Bejaia	1	1,6
Ferdjioua	1	1,6
Jijel	1	1,6
Total	61	100

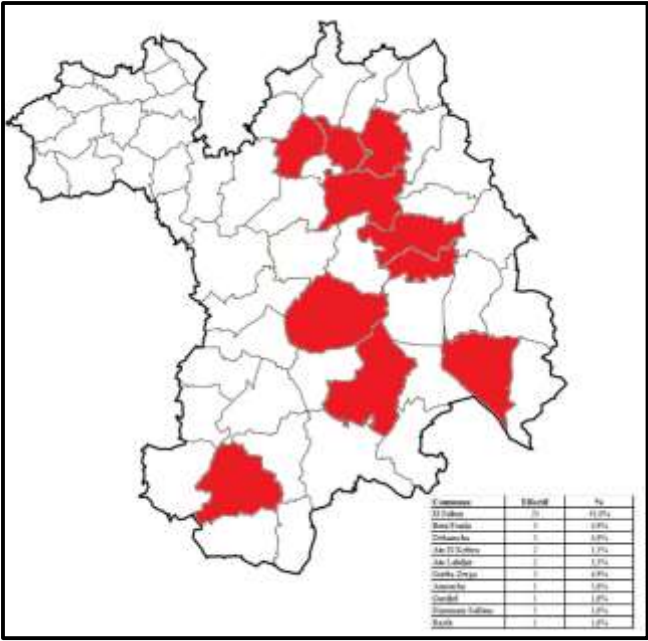


Figure 3 : Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la commune de résidence dans la wilaya de Sétif.

6.2 Répartition selon la Wilaya de résidence.

Tableau 11 : Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la wilaya de résidence.

Wilaya	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Sétif	42	41,0
Batna	7	4,9
M'Sila	5	4,9
BBA	4	3,3
Mila	1	3,3
Bejaia	1	4,9
Jijel	1	1,6
Total	61	100



Figure 4 : Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la wilaya de résidence.

L'analyse de la répartition géographique des patients opérés pour reflux vésico-urétéral primitif montre une forte concentration des cas dans la wilaya de Sétif, qui regroupe 42 enfants (68,9 %) de la série.

Au sein de cette wilaya, la commune d'El Eulma représente à elle seule 41 % de l'ensemble des cas, suivie de Beni Fouda et Dehamcha (4,9 % chacune), puis d'Aïn El Kebira et Aïn Lahdjar (3,3 % chacune).

Les autres communes, réparties sur le territoire sétifien, ne comptent qu'un ou deux cas isolés.

Les patients provenant d'autres wilayas demeurent minoritaires : Batna (7 cas ; 11,5 %), M'Sila (5 cas ; 8,2 %), Bordj Bou Arreridj (4 cas ; 6,6 %), tandis que Mila, Béjaïa et Jijel ne comptent chacune qu'un seul patient (1,6 %).

Cette distribution géographique traduit la position de recours régional du service de chirurgie pédiatrique de l'EHS Mère-Enfant d'El Eulma, qui concentre la majorité des patients de la wilaya de Sétif et des wilayas limitrophes du Centre-Est algérien.

7. Répartition selon le lieu d'intervention.

Tableau 12 : Répartition des patients opérés selon le lieu d'intervention.

Lieu d'intervention	Effectif (n)	Pourcentage (%)
EHS Mère & Enfant El Eulma (wilaya Sétif)	28	45,9
EPH Ras El Oued (wilaya BBA)	19	31,1
Hôpital Militaire Constantine (wilaya Constantine)	9	14,8
EPH Ain Touta (wilaya Batna)	4	6,6
EPH Ain El Kebira (wilaya Sétif)	1	1,6
Total	61	100

La majorité des interventions ont été réalisées à l'EHS Mère et Enfant d'El Eulma, qui concentre 45,9 % des cas opérés.

L'EPH Ras El Oued occupe la deuxième position avec 31,1 %, suivi de l'Hôpital Militaire de Constantine (14,8 %) et de l'EPH Aïn Touta (6,6 %).

L'EPH Aïn El Kebira ne compte qu'un seul cas, soit 1,6 % de l'ensemble des interventions.

Cette répartition met en évidence le rôle central de l'EHS Mère et Enfant d'El Eulma comme structure de référence régionale pour la chirurgie pédiatrique laparoscopique du reflux vésico-urétéral primitif. Elle souligne également la collaboration interhospitalière entre plusieurs établissements du Centre-Est algérien (Sétif, Bordj Bou Arreridj, Constantine et Batna) dans la prise en charge de cette pathologie.

8. Répartition selon le niveau socio-économique.

Tableau 13 : Répartition des patients selon le niveau socio-économique.

Niveau socio-économique	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Bas	3	4,9
Moyen	36	59,0
Bon	22	36,1
Total	61	100

L'analyse de la répartition selon le niveau socio-économique montre une prédominance des familles de niveau moyen, représentant 59 % de l'effectif total.

Les enfants issus de milieux socio-économiques favorisés constituent 36,1 % de la population étudiée, tandis que ceux appartenant à un niveau socio-économique bas ne représentent que 4,9 %.

Cette distribution traduit la diversité sociale des patients pris en charge et confirme que le reflux vésico-urétéral primitif touche des enfants provenant de tous les milieux, avec une proportion majoritaire appartenant à la classe moyenne, la plus représentée dans la population générale.

9. Répartition selon le délai de prise en charge et d'intervention.

Tableau 14 : Répartition des patients selon le délai de prise en charge.

Délai PEC	Effectif (n)	Pourcentage (%)
00-15 jours	5	8,2
15-30 jours	13	21,3
30-45 jours	19	31,1
> 45 jours	24	39,3
Total	61	100

Tableau 15 : Paramètres descriptifs du délai de prise en charge.

Délai PEC (jour)	
Moyenne	38,21±13,53
Médiane	41
Mode	48
Minimum	3
Maximum	61
Effectif	61

L'analyse du délai de prise en charge montre que la majorité des enfants ont été opérés au-delà de 30 jours après le diagnostic, avec 70,4 % des cas répartis entre les classes 30–45 jours (31,1 %) et > 45 jours (39,3 %). Les délais plus courts, inférieurs à 30 jours, concernent 29,5 % des patients seulement.

Le délai moyen global est de 38,21 ± 13,53 jours, avec une médiane de 41 jours et des extrêmes allant de 3 à 61 jours.

Ces valeurs traduisent une prise en charge généralement différée, correspondant au temps nécessaire à la réalisation du bilan préopératoire complet, à la planification opératoire et à la coordination interdisciplinaire avant l'intervention.

II. Données cliniques.

1. Antécédents personnels et familiaux.

1.1. Antécédents personnels médicaux.

Tableau 16 : Répartition des patients selon les antécédents personnels médicaux.

Antécédents médicaux	Effectif (n)	Pourcentage (%)
DAN	19	31,1
Infections urinaires	55	90,2
Énurésie	8	13,1
Pollakiurie	2	3,3
Retard staturo-pondéral	5	8,19
Aucuns	46	75,4
Total	61	100

L'analyse des antécédents médicaux montre une forte prédominance des infections urinaires, observées chez 90,2 % des patients. Les antécédents de dysplasie ou de dilatation des voies excrétrices (DAN) concernent 31,1 % des cas, tandis que l'énurésie est notée chez 13,1 % et la pollakiurie chez 3,3 % des enfants.

Un retard staturo-pondéral est rapporté dans 8,2 % des cas.

Par ailleurs, 46 enfants (75,4 %) ne présentent aucun antécédent urologique spécifique en dehors du reflux diagnostiqué.

Ces données traduisent une forte association du reflux vésico-urétéral primitif avec les épisodes infectieux urinaires, qui représentent la circonstance la plus fréquente d'antécédent médical retrouvé dans la série étudiée.

1.2. Les antécédents personnels chirurgicaux.

Tableau 17 : Répartition des patients selon les antécédents personnels chirurgicaux.

Antécédents chirurgicaux	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Circoncision	28	45,9
Échec de traitement endoscopique	2	3,3
Absence d'antécédents	31	50,8
Total	61	100

L'analyse des antécédents chirurgicaux montre que la circoncision constitue l'acte chirurgical le plus fréquemment retrouvé, concernant 45,9 % des patients de la série.

Un antécédent d'échec de traitement endoscopique est observé chez 3,3 % des enfants, tandis que 31 patients (50,8 %) ne présentent aucun antécédent chirurgical avant la réimplantation urétéro-vésicale laparoscopique.

Cette répartition reflète la prévalence élevée de la circoncision dans la population pédiatrique masculine étudiée, et la faible proportion d'interventions urologiques antérieures spécifiques au reflux vésico-urétéral primitif.

1.3. Antécédents personnels familiaux.

Tableau 18 : Répartition des patients selon les antécédents familiaux.

Antécédents familiaux	Effectif (n)	Pourcentage (%)
DAN	19	31,1
Caractère familial du RVU	1	1,6
Consanguinité	3	4,9
Caractère familial du RVU & Consanguinité	1	1,6
Pas d'antécédents	56	91,8
Total	61	100

L'étude des antécédents familiaux montre une faible fréquence de facteurs familiaux ou génétiques dans la série. Un caractère familial du reflux vésico-urétéral est noté chez 1 patient (1,6 %), tandis que la consanguinité est rapportée chez 3 enfants (4,9 %).

Un seul cas (1,6 %) associe à la fois un antécédent familial de RVU et une consanguinité.

La grande majorité des enfants, soit 91,8 %, ne présentent aucun antécédent familial identifiable.

Cette répartition souligne la prépondérance des formes sporadiques du reflux vésico-urétéral primitif dans la population étudiée, avec une implication familiale ou génétique limitée.

2. Circonstances de découvertes.

Tableau 19 : Répartition des patients selon les circonstances de découverte du reflux vésico-urétéral primitif.

Circonstances de découvertes	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Diagnostic anténatal	19	31,1
Infections urinaires	2	3,3
Pyélonéphrite	37	61,7
Pyélonéphrite & Hématurie macroscopique	1	1,6
Échographie fortuite	2	3,3
Échographie de dépistage	1	1,6
Total	61	100

L'analyse des circonstances de découverte montre que la pyélonéphrite aiguë constitue le principal mode de révélation du reflux vésico-urétéral primitif, retrouvée chez 37 enfants (61,7 %), dont un cas (1,6 %) associé à une hématurie macroscopique.

Le diagnostic anténatal par dilatation des cavités rénales est observé chez 19 patients (31,1 %), traduisant une détection précoce au cours de la surveillance prénatale.

Les infections urinaires basses et les échographies fortuites représentent chacune 3,3 % des circonstances, tandis qu'un seul cas (1,6 %) a été découvert lors d'une échographie de dépistage systématique.

Ces résultats mettent en évidence la prédominance des formes révélées par un épisode infectieux fébrile, tout en soulignant la contribution non négligeable du diagnostic anténatal dans l'identification précoced du reflux vésico-urétéral primitif.

3. Répartition selon le germe en cause de la pyélonéphrite.

Tableau 20 : Répartition des patients selon le germe identifié lors de la pyélonéphrite.

Germe isolé à l'examen cytot bactériologique des urines (ECBU)	Effectif (n)	Pourcentage (%)
E.coli	24	63,2
Proteus	1	2,6
Pseudomonas	1	2,6
E.coli - Klebesilla	5	13,2
E.coli - Proteus	5	13,2
E.coli – Klebesilla - Pseudomonas	1	2,6
Klebesilla - Proteus	1	2,6
Total	61	100

L'analyse bactériologique des pyélonéphrites montre une prédominance nette d'Escherichia coli, isolé seul dans 63,2 % des cas.

Les associations polymicrobiennes sont observées dans 31,6 % des prélèvements, principalement E. coli associée à Klebsiella (13,2 %) ou à Proteus (13,2 %).

Les autres germes isolés seuls, tels que Proteus mirabilis ou Pseudomonas aeruginosa, restent rares (2,6 % chacun).

Ces résultats confirment que l'infection à E. coli représente la cause principale de pyélonéphrite chez les enfants porteurs de reflux vésico-urétéral primitif, tandis que les germes mixtes et opportunistes apparaissent de manière occasionnelle.

4. Examen clinique.

L'examen clinique complet a été systématiquement pratiqué chez l'ensemble des enfants inclus dans la série.

Il avait pour objectif d'apprécier l'état général et urologique des patients, ainsi que de dépister d'éventuelles anomalies neurologiques, orthopédiques ou digestives susceptibles d'être associées à un trouble mictionnel fonctionnel.

Les constatations cliniques ont été regroupées et analysées selon les différents paramètres cliniques étudiés.

4.1. Examen urologique.

Tableau 21 : Répartition des patients selon les données de l'examen urologique.

Examen urologique	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Contact lombaire	2	3,3
Globe vésical	0	0,0
Circoncision (garçons)	28	100,0
Total	61	100

L'examen urologique est globalement normal chez la majorité des patients.

Un contact lombaire discret est noté chez 2 enfants (3,3 %), traduisant une sensibilité rénale sans douleur franche.

Aucun globe vésical n'a été observé.

Tous les garçons (28 cas) étaient circoncis (100 %) au moment de la prise en charge.

Ces résultats traduisent un état urologique initial satisfaisant dans l'ensemble de la population étudiée.

4.2. Examens neurologique et orthopédique.

Tableau 221 : Répartition des patients selon les données de l'examen neurologique et orthopédique.

Examens neurologique et orthopédique	Normal		Pathologique		Total	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Signes cliniques de dysraphisme spinal occulte	61	100,0	0	0,0	61	100,0
Examen de la région lombaire	61	100,0	0	0,0	61	100,0
Examen des membres inférieurs	61	100,0	0	0,0	61	100,0

L'examen neurologique et orthopédique est strictement normal pour l'ensemble des patients.

Aucun signe de dysraphisme spinal occulte, ni anomalie de la région lombaire ou des membres inférieurs, n'a été observé.

Ces constatations permettent d'exclure une origine neurologique ou orthopédique des troubles urinaires, confirmant le caractère primitif du reflux vésico-urétéral.

4.3. Examen digestif.

Tableau 23 : Répartition des patients selon les troubles digestifs associés.

Troubles digestifs	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Normal	43	70,5
constipation	14	23,0
troubles digestifs mineurs	04	6,5
Total	61	100

L'examen digestif est normal chez 43 patients (70,5 %).

Une constipation fonctionnelle est observée chez 14 enfants (23,0 %), tandis que 4 patients (6,5 %) présentent d'autres troubles digestifs mineurs tels que ballonnements ou douleurs abdominales.

Ces troubles, souvent associés à une dysfonction mictionnelle, sont modérés et sans retentissement clinique significatif.

4.4. Catalogue mictionnel.

Tableau 24 : Répartition des patients selon la réalisation du catalogue mictionnel.

Catalogue mictionnel	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Non demandé	27	45,0
Demandé	33	55,0
Total	60	100

Un catalogue mictionnel a été demandé et réalisé chez 33 patients (55,0 %), tandis que 27 enfants (45,0 %) n'ont pas bénéficié de cet examen, principalement en raison de leur jeune âge ou d'une indication opératoire déjà posée. Cet outil a permis d'évaluer la fréquence, les volumes et la régularité des mictions, orientant la recherche d'éventuels troubles mictionnels fonctionnels avant chirurgie.

III- Données paracliniques.

1. Échographie de l'arbre urinaire.

1.1. Taille rénale selon la première échographie.

Tableau 25 : Données statistiques de la taille des reins (mm) selon la première échographie réalisée au moment du diagnostic.

Taille du rein (mm)	N	Moyenne	Médiane	Mode	Minimum	Maximum
Rein droit axe 1	61	78,63 ± 14,79	82	68	28	103
Rein droit axe 2	61	34,11 ± 6,69	34	30	13	46
Rein gauche axe 1	60	79,85 ± 12,72	79,7	72	50	111
Rein gauche axe 2	60	35,36 ± 7,01	36	36	22	56

NB : Un cas de dysplasie rénale gauche a été noté.

Les mesures échographiques montrent des dimensions rénales globalement conformes aux normes pédiatriques pour l'âge, avec une légère variabilité interindividuelle.

L'axe longitudinal moyen du rein droit est de 78,6 mm contre 79,8 mm pour le rein gauche.

La symétrie des tailles rénales suggère une atteinte bilatérale homogène dans la majorité des cas, à l'exception d'un cas de dysplasie gauche.

1.2. Index cortico-médullaire (ICM) selon la première échographie.

Tableau 26 : Données statistiques de l'index cortico-médullaire (mm) selon la première échographie faite au moment du diagnostic.

Index Cortico-Médullaire (mm)	N	Moyenne	Médiane	Mode	Minimum	Maximum
ICM Droit (mm)	61	15,37 ± 3,94	16	18	5	22
ICM Gauche (mm)	60	15,35 ± 3,80	15	15	7,5	23

L'épaisseur cortico-médullaire moyenne est comparable entre les deux reins, autour de 15 mm. Ces valeurs témoignent d'une conservation générale du parenchyme rénal dans la majorité des cas, avec quelques variations correspondant probablement à des atteintes parenchymateuses débutantes ou à des reflux de grade élevé.

1.3. Résultats échographiques diagnostiques selon le type d'anomalie.

Tableau 27 : Répartition des cas selon les anomalies observées à la première échographie.

Résultats de la Première échographie diagnostic	Rein Droit n (%)	Rein Gauche n (%)	Total n (%)
Normal	27 (45,0%)	33 (55,0%)	60 (100%)
Hypotonie CPC	23 (52,3%)	21 (47,7%)	44 (100%)
Urétéro-Hydronéphrose	2 (33,3%)	4 (66,7%)	6 (100%)
Dilatation Uretère Terminal	11 (47,8%)	12 (52,2%)	23 (100%)
Hypotrophie Rénale	4 (44,4%)	5 (55,6%)	9 (100%)
Hypotonie CPC + Urétéro	3 (75,0%)	1 (25,0%)	4 (100%)
Hypotonie CPC + Hypotrophie	1 (50,0%)	1 (50,0%)	2 (100%)
Hypotonie CPC + Hypotrophie	01 (100,0%)	00 (00,0%)	01(100%)

L'analyse échographique initiale révèle que les anomalies les plus fréquemment observées sont l'hypotonie des cavités pyélo-calicielles (CPC) et la dilatation de l'uretère terminal, présentes respectivement dans 44 et 23 cas.

La majorité des reins conservent une taille et une épaisseur corticale dans les limites normales, traduisant une atteinte fonctionnelle plutôt que morphologique dans les stades initiaux du reflux.

Les cas d'hypotrophie rénale (9 cas) et d'urétéro-hydronéphrose (6 cas) témoignent d'une atteinte anatomique plus avancée. Un cas isolé de dysplasie rénale gauche a été identifié.

Ces données confirment le rôle fondamental de l'échographie rénale dans l'évaluation initiale du reflux vésico-urétéral, permettant de corréliser la sévérité morphologique à la gradation fonctionnelle du reflux.

2. Urographie cystographique rétrograde (UCRM).

L'uréthrocystographie rétrograde (UCR) a été réalisée chez l'ensemble des patients de la série dans le cadre du bilan morphologique initial.

Elle a permis de préciser la latéralité du reflux, son grade ainsi que l'évaluation morphologique des voies excrétrices basses.

2.1. Répartition selon la latéralité du reflux.

Tableau 28 : Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la latéralité observée à l'UCR.

Latéralité	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Bilatérale	4	6,6
Unilatérale	57	93,4
Total	61	100

La majorité des cas (93,4 %) présentent un reflux unilatéral, tandis que seules 6,6 % des observations correspondent à un reflux bilatéral.

2.2. Répartition selon le côté atteint en cas d'unilatéralité.

Tableau 29 : Répartition des cas unilatéraux selon le côté atteint à l'UCR.

Côté en cas d'unilatéralité	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Droit	31	54,4
Gauche	26	45,6
Total	57	100

Parmi les 57 cas unilatéraux, le reflux intéresse légèrement plus souvent le côté droit (54,4 %) que le côté gauche (45,6 %).

2.3. Répartition des grades du reflux du côté droit.

Tableau 30 : Répartition des unités rénales selon le grade du reflux vésico-urétéral droit à l'UCR.

Grade du RVU côté droit	Effectif (n)	Pourcentage (%)
III	16	45,7
IV	19	54,3
Total	35	100

Du côté droit, le reflux de grade IV est observé dans 54,3 % des cas, contre 45,7 % pour le grade III.

2.4. Répartition des grades du reflux du côté gauche.

Tableau 31 : Répartition des unités rénales selon le grade du reflux vésico-urétéral gauche à l'UCR.

Grade du RVU côté gauche	Effectif (n)	Pourcentage (%)
III	11	36,7
IV	19	63,3
Total	35	100

NB : 01 cas de dysplasie côté gauche.

Du côté gauche, le grade IV représente 63,3 % des cas, tandis que le grade III est retrouvé dans 36,7% des observations.

L'ensemble des données cystographiques met en évidence une prédominance des formes unilatérales et des grades élevés (III et IV), aussi bien à droite qu'à gauche, traduisant la répartition morphologique des reflux observés dans la série étudiée

3. Scintigraphie rénale (DMSA/DTPA).

La scintigraphie rénale a été réalisée de manière systématique dans le bilan préopératoire des enfants présentant un reflux vésico-urétéral primitif, dans le but d'évaluer l'état morphologique et fonctionnel du parenchyme rénal.

La scintigraphie statique au DMSA constitue l'examen de référence pour l'étude du cortex rénal. Elle permet la détection des cicatrices, des stigmates de néphropathie de reflux, et la mesure de la fonction rénale relative (FRF) de chaque rein. Cette évaluation quantitative aide à déterminer la contribution fonctionnelle de chaque unité rénale et à apprécier le degré d'atteinte parenchymateuse.

La scintigraphie dynamique au DTPA, quant à elle, offre une analyse du caractère excréteur et du drainage urinaire. Elle permet de vérifier l'absence de syndrome obstructif, d'évaluer le temps de transit pyélique et de confirmer le caractère non obstructif du reflux avant la réimplantation urétéro-vésicale.

L'association des deux examens fournit ainsi une vision complète et objective du statut morpho-fonctionnel rénal préopératoire. Elle permet d'établir une base de référence pour le suivi post-opératoire, notamment pour l'appréciation de l'évolution fonctionnelle et la surveillance du risque de néphropathie cicatricielle secondaire.

3.1. Résultats de la première scintigraphie rénale statique au DMSA.

Tableau 32 : Répartition des anomalies détectées à la première scintigraphie rénale statique au DMSA.

Si oui résultats	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Cicatrice rénale droite	25	50,0
Cicatrice rénale gauche	24	48,0
Dysplasie gauche	1	2,0

Des cicatrices rénales ont été observées chez 49 patients, avec une distribution quasi symétrique entre les deux côtés. Un cas de dysplasie rénale gauche a été rapporté.

3.2. Étude du caractère obstructif (scintigraphie dynamique au DTPA).

Aucun cas de syndrome obstructif n'a été détecté à la scintigraphie rénale dynamique au DTPA. L'ensemble des patients présentaient une courbe excrétrice non obstructive.

3.3. Caractéristiques des stigmates de néphropathie de reflux à la scintigraphie rénale préopératoire (DMSA).

Le nombre et la topographie des stigmates de néphropathie de reflux ont été relevés à partir des comptes rendus radiologiques, pour un nombre limité de cas, mentionnant avec précision le nombre, la localisation et l'étendue des lésions corticales observées à la première scintigraphie rénale au DMSA.

Le tableau suivant illustre ces cas particuliers pour lesquels les radiologues ont mentionné explicitement la localisation et le nombre de stigmates cicatriciels visibles à la première scintigraphie DMSA préopératoire.

Tableau 33 : Répartition descriptive des stigmates cicatriciels observés à la première scintigraphie DMSA.

N° Malade	Âge (ans)	Sexe	Latéralité	Grade RVU	Fonction rénale relative FRF	Résultats première scintigraphie DMSA
1	11	F	Droit	IV	46,1%	2 stigmates polaires supérieurs
12	03	F	Droit	IV	42,5%	Stigmate polaire supérieur
13	07	F	Gauche	IV	44,7%	Des stigmates polaires supérieurs et médio rénales
18	04	M	Droit	III	41%	Stigmate polaire Minime
29	03	M	Gauche	III	46%	Stigmate polaire supérieur
40	04	F	Gauche	IV	34,8%	Stigmate polaire inférieur
48	05	M	Gauche	IV	40%	Stigmate polaire supérieur
49	04	F	Gauche	IV	28%	Des stigmates polaires supérieurs et médio rénales

Les lésions cicatricielles observées sur la scintigraphie DMSA sont principalement pôlaires (supérieures ou inférieures), parfois étendues aux zones médio-rénales. La majorité des atteintes sont corrélées à des reflux de grade élevé (III–IV).

3.4. Interprétation fonctionnelle DMSA avant l'intervention.

Tableau 34 : Répartition des cas selon la fonction rénale relative (FRF) à la scintigraphie DMSA préopératoire.

Interprétation DMSA avant l'intervention	Rein Droit n (%)	Rein Gauche n (%)
Fonction rénale relative (DMSA)		
Valeur normale 45-55% par rein	17 (27,9)	17 (27,9)
Rein Compensateur	20 (32,8)	24 (39,3)
Valeur pathologique		
< 45% déficit relatif léger.	9 (14,8)	4 (6,6)
< 40% déficit relatif modéré.	7 (11,5)	8 (13,1)
< 30% déficit relatif sévère.	8 (13,1)	8 (13,1)
Total	61 (100)	61 (100)

Les valeurs de fonction rénale relative (FRF) se situent dans les limites normales dans environ un tiers des cas. Les déficits légers à sévères représentent la majorité des observations, témoignant d'une atteinte fonctionnelle variable selon le grade du reflux.

3.5. Différences de fonction rénale relative entre les deux reins.

Tableau 35 : Répartition selon la différence de fonction rénale relative entre les deux reins.

Différences fonction rénale relative entre 02 reins	Effectif (%)
Valeur normale $\leq 10\%$ entre les deux reins (Asymétrie tolérée).	17 (28,3)
Valeur pathologique $> 10\%$ différence significative.	43 (71,7)
Total	60
Dysplasie gauche	1
Total	61 (100)

Une différence significative de fonction rénale relative ($> 10\%$) est observée dans 71,7 % des cas, traduisant une asymétrie fonctionnelle notable entre les deux unités rénales.

4. Bilan biologique préopératoire.

Ce bilan comprend les explorations biologiques, biochimiques et bactériologiques réalisées chez l'ensemble des patients afin d'évaluer le fonctionnement rénal, le statut inflammatoire, les constantes hématologiques et la stérilité urinaire avant l'intervention.

Les principaux paramètres étudiés comprennent les résultats de l'ECBU, la créatinémie, l'urémie, l'hémoglobinémie, la CRP, la numération leucocytaire et la chimie des urines.

4.1. Examen cyto bactériologique des urines (ECBU).

Tableau 36 : Répartition des cas selon les résultats de l'ECBU préopératoire.

ECBU	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Stérile	61	100
Total	61	100

4.2. Créatinémie.

Tableau 37 : Données statistiques de la créatinémie chez les patients opérés.

créatinémie	N	Moyenne	Médiane	Mode	Minimum	Maximum
Les deux sexes	61	5,10 ± 1,14	5,13	4,6	3,1	8,9

Les valeurs de créatinémie observées sont toutes comprises dans les limites physiologiques de la population pédiatrique, avec de légères variations en rapport avec l'âge et la croissance staturo-pondérale des enfants inclus dans la série.

4.3. Urémie.

Tableau 38 : Répartition des cas selon l'urémie préopératoire.

Urémie	Effectif (n)	Pourcentage (%)
< 0,15 g/l	2	3,3
0,15 – 0,40 g/l	57	93,4
0,40 – 0,45 g/l	2	3,3
Total	61	100

Tableau 39 : Données statistiques de l'urémie.

Urémie	N	Moyenne	Médiane	Mode	Minimum	Maximum
Les deux sexes	61	0,25±0,076	0,24	0,19	0,13	0,41

Les valeurs d'urémie demeurent homogènes et se situent dans les limites physiologiques pour l'âge pédiatrique, avec de faibles variations liées à la maturation rénale et au métabolisme propre à chaque tranche d'âge.

4.4. Hémoglobininémie.

Tableau 40 : Répartition des cas selon l'hémoglobininémie.

Hémoglobininémie	Effectif (n)	Pourcentage (%)
11,0 – 15,0 g/dl	61	100
Total	61	100

Tableau 41 : Données statistiques de l'hémoglobinémie.

Hémoglobinémie	N	Moyenne	Médiane	Mode	Minimum	Maximum
Les deux sexes	61	12,70 ± 1,09	13	13	10,5	15

Tous les patients présentaient une hémoglobinémie dans les valeurs normales, avec une moyenne de 12,7 g/dL.

4.5. Protéine C-réactive (CRP).

Tableau 42 : Répartition des cas selon le taux de CRP.

Taux de CRP	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Sous le seuil ou égale à 6 mg/L	61	100
> à 6 mg/L	00	0,0
Total	61	100

Tableau 43 : Données statistiques de la CRP.

CRP (Protéine C-réactive)	N	Moyenne	Médiane	Mode	Minimum	Maximum
Les deux sexes	61	4,64 ± 0,79	5	5	3	6

La CRP est restée inférieure ou égale à 6 mg/L dans la totalité des cas, traduisant l'absence de syndrome inflammatoire au moment du geste chirurgical.

4.6. Numération leucocytaire.

Tableau 44 : Répartition des cas selon le taux de leucocytes.

Leucocytes	Effectif (n)	Pourcentage (%)
4 000 – 10 000	61	100
Total	61	100

Tableau 45 : Données statistiques du taux de leucocytes.

Leucocytes	N	Moyenne	Médiane	Mode	Minimum	Maximum
Les deux sexes	61	7 575,08±1 342,77	8 000	9 000	4 000	9 700

La numération leucocytaire moyenne est de 7 575/mm³, l'ensemble des valeurs se situant dans les limites physiologiques.

4.7. Chimie des urines préopératoire.

Tableau 46 : Répartition des cas selon les résultats de la chimie urinaire préopératoire.

Chimie des urines pré-opératoire	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Négative	61	100
Total	61	100

L'analyse chimique des urines s'est révélée strictement négative chez tous les patients, aussi bien au moment du bilan biologique préopératoire que lors du contrôle réalisé la veille de l'intervention, traduisant l'absence d'anomalie métabolique ou infectieuse détectable avant la chirurgie.

5. Examen urodynamique.

L'examen urodynamique a été prescrit uniquement en cas de suspicion clinique de dysfonction mictionnelle, principalement chez les enfants âgés de plus de 5 ans, période où la maturation vésico-sphinctérienne permet une interprétation fiable des résultats.

Les données recueillies sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 47 : Répartition des patients selon les résultats de l'examen uro-dynamique.

Résultat de l'examen uro-dynamique	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Normal	28	45,9
Non demandé	17	27,9
Données non renseignées	16	26,2
Total	61	100

L'examen urodynamique n'a été réalisé que dans les cas présentant une suspicion de trouble fonctionnel de la miction.

L'examen urodynamique a été réalisé chez 28 enfants présentant une suspicion de trouble fonctionnel de la miction, majoritairement âgés de plus de cinq ans.

Les résultats observés étaient strictement normaux dans l'ensemble des cas explorés, ce qui confirme la nature primitive du reflux vésico-urétéral chez ces patients.

IV. Données opératoires.

1. Données techniques opératoires.

Cette section présente l'ensemble des paramètres opératoires observés au cours des interventions de réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique.

Les données portent sur le positionnement, le nombre, le calibre et l'angle des trocars utilisés, ainsi que sur la durée opératoire en fonction de la latéralité, du sexe et de l'âge.

2. Disposition et caractéristiques des trocars.

2.1. Trocars optiques : siège, calibre et angle.

Tableau 48 : Caractéristiques des trocars optiques utilisés pour la réimplantation urétéro-vésicale laparoscopique selon la technique de Lich-Grégoir.

Caractéristiques du trocart optique	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Siège		
Sus-ombilical	61	100,0
Calibre (mm)		
5 mm	12	19,7
10 mm	49	80,3
Angle de vision		
0°	7	11,5
30°	54	88,5
Total	61	100

Dans l'ensemble de notre série, le trocart optique a été systématiquement implanté en position sus-ombilicale (61 cas, soit 100 %), conformément aux principes ergonomiques de la laparoscopie pédiatrique.

Le calibre de 10 mm a été privilégié dans la majorité des interventions (49 cas, 80,3 %), permettant l'utilisation d'une optique à 30° dans 88,5 % des cas, tandis que l'optique à 0° n'a été employée que de manière exceptionnelle (11,5 %).

Cette configuration opératoire standardisée offre une exposition axiale stable du champ opératoire, facilite la visualisation du trigone vésical et optimise la manipulation instrumentale dans l'espace restreint de la cavité pelvienne de l'enfant.

Elle constitue ainsi la base technique de l'abord extravésical laparoscopique selon la méthode de Lich-Grégoir dans notre expérience.

2.2. Trocarts opérateurs : nombre, siège et calibre.

Tableau 49 : Caractéristiques des trocarts opérateurs utilisés lors des réimplantations urétéro-vésicales laparoscopiques selon la technique de Lich-Grégoir.

Caractéristiques des trocarts opérateurs	Variables	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Nombre de trocarts opérateurs	2 trocarts	40	65,6
	3 trocarts	21	34,4
Siège du trocart opérateur 1	Fosse iliaque droite	40	65,6
	Flanc droit	21	34,4
Calibre du trocart opérateur 1 (mm)	3 mm	12	19,7
	5 mm	49	80,3
Siège du trocart opérateur 2	Fosse iliaque gauche	40	65,6
	Flanc gauche	21	34,4
Calibre du trocart opérateur 2 (mm)	3 mm	12	19,7
	5 mm	49	80,3
Total		61	100

Les trocarts opérateurs ont été positionnés de manière bilatérale, suivant une triangulation symétrique autour du trocart optique sus-ombilical, assurant une exposition stable et ergonomique du plan vésico-urétéral.

Le premier trocart opérateur a été placé en fosse iliaque droite dans 65,6 % des cas et au flanc droit dans 34,4 %, tandis que le second trocart a été positionné de façon symétrique du côté gauche. Cette disposition a permis une mobilisation aisée de l'uretère terminal et une visualisation directe du champ opératoire lors de la dissection et de la suture du tunnel détrusorien.

Le calibre de 5 mm a été utilisé dans 80,3 % des cas pour les deux trocarts, offrant un compromis optimal entre rigidité instrumentale et sécurité tissulaire, tandis que les trocarts de 3 mm ont été réservés à 19,7 % des interventions, principalement chez les enfants de plus faible morphologie.

2.3. Trocart opérateur supplémentaire : siège et calibre.

Un trocart opérateur supplémentaire a été utilisé dans 19 interventions (31,1 % de l'ensemble des cas).

Le calibre de 3 mm a été employé dans la quasi-totalité des cas (94,7 %), tandis que le calibre de 5 mm n'a été utilisé qu'à titre exceptionnel (5,3 %).

Ce trocart opérateur additionnel a été positionné de manière constante sur la ligne médiane pelvienne, afin d'assurer une assistance instrumentale précise lors des étapes de dissection du détrusor, de traction de l'uretère et de fermeture du tunnel musculaire.

Son utilisation a été principalement justifiée dans les cas bilatéraux ou lorsque la dissection du tunnel détrusorien présentait une difficulté technique accrue, nécessitant un instrument d'aide supplémentaire pour optimiser la stabilité des plans opératoires et la sécurité du geste.

Tableau 50 : Caractéristiques du trocart opérateur supplémentaire lors des réimplantations urétéro-vésicales laparoscopiques selon la technique de Lich-Grégoir.

Caractéristiques du trocart opérateur supplémentaire	Variables	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Utilisation globale	Interventions comportant un trocart supplémentaire	19/61	31,1
Siège	Pelvien, sur la ligne médiane	19	100,0
Calibre (mm)	3 mm	18	94,7
	5 mm	1	5,3
Total		19	100

3. Difficultés opératoires et adaptation techniques.

Tableau 51 : Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon le degré de difficultés techniques peropératoire.

Difficultés techniques	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Difficile	10	16,4
Facile	51	83,6
Total	61	100

L'analyse du degré de difficulté peropératoire met en évidence une prédominance d'interventions jugées faciles dans 83,6 % des cas (n = 51), tandis que 10 interventions (16,4 %) ont été considérées comme techniquement difficiles.

Les difficultés rencontrées ont principalement concerné, une dissection délicate du segment terminal de l'uretère, notamment chez les enfants jeunes présentant une graisse pelvienne dense ou un détrusor épaissi ; une ouverture et un décollement du détrusor plus laborieux dans certains cas de paroi vésicale hypertrophique ; et, plus rarement, une exposition limitée de la loge vésicale au début de l'expérience laparoscopique, avant optimisation de la position des trocars et du réglage de l'optique.

La nette prédominance des interventions jugées aisées traduit la bonne maîtrise progressive du geste extravésical selon la technique de Lich-Grégoir, caractérisée par sa reproductibilité et sa sécurité une fois la courbe d'apprentissage franchie.

4. Conversion.

Tableau 52 : Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la survenue d'une conversion per-opératoire.

Conversion	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Non	61	100,0
Total	61	100

Aucune conversion vers la chirurgie ouverte n'a été nécessaire dans notre série, soit un taux de conversion nul.

Toutes les interventions ont pu être menées à terme par voie laparoscopique selon la technique extravésicale de Lich-Grégoir, sans complication peropératoire majeure justifiant un changement d'abord.

5. Durée opératoire.

5.1. Répartition selon la durée de réimplantation unilatérale.

Tableau 53 : Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la durée de réimplantation unilatérale.

Durée de réimplantation unilatérale (min)	Effectif (n)	Pourcentage (%)
40 – 50	13	22,8
50 – 60	15	26,3
60 – 70	6	10,5
70 – 80	7	12,3
80 – 90	2	3,5
90 – 100	5	8,8
> 100	9	15,8
Total	57	100

Tableau 54 : Paramètres statistiques de la durée de réimplantation unilatérale (min).

Durée de réimplantation unilatérale (min)	Valeurs observées
Durée moyenne (min)	72,77 ± 28,27
Médiane (min)	62
Mode (min)	49
Durée minimale (min)	41
Durée maximale (min)	152
Nombre de cas (n)	57

La durée moyenne de la réimplantation unilatérale a été de 72,8 ± 28,3 minutes, avec des extrêmes de 41 à 152 minutes. La majorité des interventions (49,1 %) ont été réalisées en moins d'une heure, tandis que 15,8 % ont dépassé 100 minutes.

5.2. Répartition selon le côté atteint.

Tableau 55 : Répartition des durées opératoires selon le côté de l'atteinte (unilatérale droite ou gauche).

Durée de réimplantation unilatérale (min)	Droit n (%)	Gauche n (%)	Total n (%)
40 – 50	8 (25,8)	5 (19,2)	13 (22,8)
50 – 60	7 (22,6)	8 (30,8)	15 (26,3)
60 – 70	5 (16,1)	1 (3,8)	6 (10,5)
70 – 80	3 (9,7)	4 (15,4)	7 (12,3)
80 – 90	0 (0,0)	2 (7,7)	2 (3,5)
90 – 100	1 (3,2)	4 (15,4)	5 (8,8)
> 100	7 (22,6)	2 (7,7)	9 (15,8)
Total	31 (100)	26 (100)	57 (100)

Tableau 56 : Paramètres statistiques de la durée de réimplantation unilatérale selon le côté (min).

Côté	Moyenne ± Écart-type (min)	Médiane	Intervalle	Min	Max
Côté droit	74,13 ± 33,12	62	111	41	152
Côté gauche	71,15 ± 21,65	61,5	74	46	120
Ensemble	72,77 ± 28,27	62	111	41	152

Aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les deux côtés ($p = 0,685$ - DNS).

La réimplantation du côté droit a nécessité un temps opératoire légèrement supérieur, sans incidence notable sur la faisabilité.

5.3. Répartition selon la durée de réimplantation bilatérale.

Tableau 57 : Répartition des cas de reflux bilatéral selon la durée opératoire.

Durée réimplantation	Effectif (n)	Pourcentage (%)
138 mn	1	25
158 mn	1	25
174 mn	1	25
182 mn	1	25
Total	4	100

Tableau 58 : Répartition des cas de reflux bilatéral selon la durée opératoire regroupée en deux classes.

Durée réimplantation bilatérale (min)	Effectif (n)	Pourcentage (%)
130 – 140	1	25,0
150 – 180	3	75,0
Total	4	100

Tableau 59 : Paramètres statistiques de la durée de réimplantation bilatérale (min).

Durée réimplantation bilatérale (min)	N	Moyenne ± Écart-type (min)	Médiane	Intervalle	Minimum	Maximum
	4	163 ± 19,42	166	44	138	182

La durée moyenne de réimplantation bilatérale observée dans notre série est d'environ $163 \pm 19,4$ minutes, soit une valeur presque double de celle des procédures unilatérales ($72,8 \pm 28,3$ minutes), tout en demeurant nettement inférieure à la somme de deux interventions séparée.

5.4. Répartition selon le sexe.

5.4.1. Durée de réimplantation unilatérale selon le sexe.

Tableau 60 : Durée de réimplantation unilatérale (min) selon le sexe.

Durée réimplantation (min)	Filles N - %		Garçons N - %		Total N - %	
40–50	8	25,8	5	19,2	13	22,8
50–60	6	19,4	9	34,6	15	26,3
60–70	2	6,5	4	15,4	6	10,5
70–80	2	6,5	5	19,2	7	12,3
80–90	2	6,5	0	0,0	2	3,5
90–100	3	9,7	2	7,7	5	8,8
>100	8	25,8	1	3,8	9	15,8
Total 1	31	100	26	100	57	100
Total 2	31	54,4	26	45,6	57	100

Tableau 61 : Paramètres statistiques de la durée de réimplantation unilatérale (min) et le sexe.

Durée réimplantation unilatérale (min)	N	Moyenne ± E.T.	Médiane	Mode	Minimum	Maximum
Filles	31	$78,81 \pm 31,55$	63	48	43	152
Garçons	26	$65,58 \pm 22,29$	58	75	41	148
Les 02 sexes	57	$72,77 \pm 28,27$	62	58	41	152

Le temps opératoire moyen a été plus long chez les filles (≈ 79 min) que chez les garçons (≈ 66 min), sans différence statistiquement significative entre les deux groupes ($p = 0,07$).

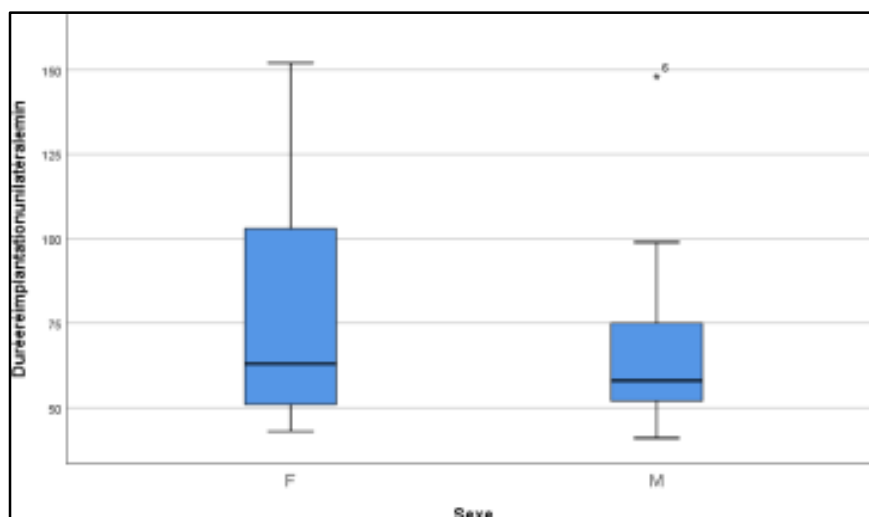


Figure 5 : Distribution du temps de réimplantation urétéro-vésicale unilatérale en fonction du sexe des patients. Box plot.

On observe une variabilité plus marquée chez les filles, dont les valeurs s'étendent d'environ 40 à 150 minutes, tandis que la dispersion est plus restreinte chez les garçons, avec une majorité des interventions comprises entre 45 et 100 minutes.

La médiane du temps opératoire est légèrement supérieure chez les filles, indiquant des durées globalement plus longues dans ce groupe.

Aucune différence statistiquement significative n'a toutefois été observée entre les deux sexes ($p = 0,07$; non significatif).

5.4.2. Répartition selon la durée de réimplantation bilatérale et le sexe des patients.

La durée opératoire moyenne observée pour les réimplantations bilatérales est de $163 \pm 19,43$ minutes, avec des valeurs comprises entre 138 et 182 minutes.

Chez les filles, la durée moyenne est de $178 \pm 5,66$ minutes, tandis qu'elle est de $148 \pm 14,14$ minutes chez les garçons.

La médiane est respectivement de 178 minutes pour les filles et 148 minutes pour les garçons.

Aucune différence statistiquement significative n'a été mise en évidence entre les deux groupes ($p = 0,169$; non significatif).

Tableau 62 : Paramètres statistiques de la durée de réimplantation des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la durée de réimplantation bilatérale (min) et le sexe.

Durée réimplantation bilatérale (min)	N	Moyenne $\pm$ E.T.	Médiane	Intervalle	Minimum	Maximum
Filles	2	$178 \pm 5,66$	178	8	174	182
Garçons	2	$148 \pm 14,14$	148	20	138	158
Les 02 sexes	4	$163 \pm 19,43$	166	44	138	182

5.5. Durée opératoire unilatérale selon l'âge des patients.

5.5.1. Répartition selon la durée de réimplantation unilatérale et l'âge des patients.

Tableau 63 : Paramètres statistiques de la durée de réimplantation des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la durée de réimplantation unilatérale (min) et l'âge des patients.

Durée réimplantation unilatérale (min)	N	Moyenne	Médiane	Mode	Minimum	Maximum
37-72 mois (03-05 ans)	39	69,38 ± 25,67	60	58	41	148
73-133 mois (06-12 ans)	16	83,06 ± 33,64	69	56	48	152
159-162 mois (12-15 ans)	2	56,50 ± 7,78	56,5	51	51	62
Global	57	72,77 ± 28,27	62	49	41	152

$p = 0,020$ DS.

Tableau 64 : Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la durée de réimplantation unilatérale (en minutes) et les tranches d'âge.

Durée réimplantation Unilatérale (min)	37-72 mois	%	73-133 mois	%	159-162 mois	%	Total	%
40-70 mn	24	61,5%	8	50,0%	2	100,0%	34	59,6%
70-100 mn	12	30,8%	2	12,5%	0	0,0%	14	24,6%
> 100 mn	3	7,7%	6	37,5%	0	0,0%	9	15,8%
Total	39	100%	16	100%	2	100%	57	100%

Khi2 = 9,58 ddl = 4 $p = 0,048$ DS

Tableau 65 : Répartition simplifiée des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la durée de réimplantation unilatérale (en minutes) et l'âge (regroupement en deux classes – test du Khi-deux, ddl = 2).

Durée réimplantation Unilatérale (min)	37-72 mois	%	73-133 mois	%	Total	%
40-70 mn	24	61,5%	8	50,0%	32	58,2%
70-100 mn	12	30,8%	2	12,5%	14	25,5%
> 100 mn	3	7,7%	6	37,5%	9	16,4%
Total	39	100%	16	100%	55	100%
	39	70,9%	16	29,1%	55	100%

Khi2 = 7,90 ddl = 2 $p = 0,020$ DS

L'analyse des durées opératoires unilatérales en fonction de l'âge montre une tendance à l'allongement progressif du temps de réimplantation chez les enfants plus âgés.

La moyenne opératoire passe de 69,38 ± 25,67 minutes chez les enfants de 3 à 5 ans à 83,06 ± 33,64 minutes entre 6 et 12 ans, traduisant une influence de la croissance et des dimensions anatomiques sur la complexité technique du geste.

La différence est statistiquement significative ($\chi^2 = 9,58$; ddl = 4 ; $p = 0,048$).

Après regroupement en deux classes d'âge principales en excluant les valeurs extrêmes (n = 2, 12-15 ans), l'analyse conserve sa significativité ($\chi^2 = 7,90$; ddl = 2 ; $p = 0,020$), confirmant l'impact de l'âge sur la durée opératoire.

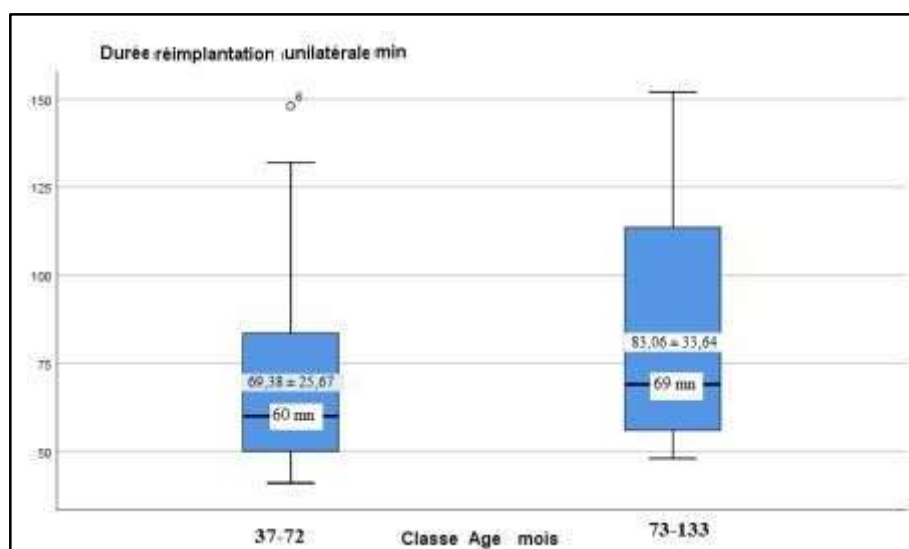


Figure 6 : illustre, sous forme de boîte à moustaches (*box plot*), la répartition des durées opératoires unilatérales en fonction de deux classes d'âge représentatives de la population étudiée.

La durée moyenne de réimplantation est de $69,38 \pm 25,67$ minutes pour les enfants âgés de 3 à 5 ans (37–72 mois) et de $83,06 \pm 33,64$ minutes pour ceux de 6 à 12 ans (73–133 mois), avec des médianes respectives de 60 et 69 minutes.

L'analyse statistique par le test du Khi-deux ($\chi^2 = 7,90$; ddl = 2 ; $p = 0,020$) montre une **différence significative**, suggérant que l'âge constitue un facteur influençant la durée opératoire unilatérale.

5.5.2. Répartition selon la durée de réimplantation bilatérale et l'âge des patients.

Tableau 66 : Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la durée de réimplantation bilatérale (en minutes) et l'âge des patients.

Durée réimplantation bilatérale (min)	Âge (mois/ans)					
	37-72 mois (03–05 ans)	%	73-133 mois (06–12 ans)	%	Total Global	%
138 mn	1	100,0	0	0,0	1	25,0
158 mn	0	0,0	1	33,3	1	25,0
174 mn	0	0,0	1	33,3	1	25,0
182 mn	0	0,0	1	33,3	1	25,0
Total	1	100	3	100	4	100

Données statistiques descriptives :

Tableau 67 : Données statistiques descriptives de la durée de réimplantation bilatérale (en minutes) selon l'âge des patients.

Durée réimplantation bilatérale (min)	N	Moyenne	Médiane	Mode	Minimum	Maximum
37-72 mois (03–05 ans)	1	$138 \pm 0,0$	138	138	138	138
73-133 mois (06–12 ans)	3	$171,3 \pm 12,2$	174	158	158	182
Global	4	$163,0 \pm 19,4$	166	138	138	182

Dans l'ensemble de la cohorte, la durée moyenne de la réimplantation bilatérale par voie laparoscopique dans notre série est de $163,0 \pm 19,4$ minutes, avec des valeurs extrêmes comprises entre 138 et 182 minutes et que la moitié des interventions a duré 166 minutes au moins, tandis l'autre moitié a une Durée supérieure. La répartition des durées selon les classes d'âge met en évidence des variations mesurées, reflétant des différences observées aussi bien pour les réimplantations unilatérales que bilatérales.

5.6. Répartition selon la durée de réimplantation unilatérale et l'année d'intervention.

Tableau 68 : Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon la durée de réimplantation unilatérale (en minutes) et l'année d'intervention.

Durée d'intervention	40-70 mn	70-100 mn	> 100 mn	Total
Année 2019	0	11	9	20
Année 2020	PANDÉMIE DE LA COVID-19			
Année 2021	5	3	0	8
Année 2022	9	0	0	9
Année 2023	6	0	0	6
Année 2024	14	0	0	14
Total	34	14	9	57

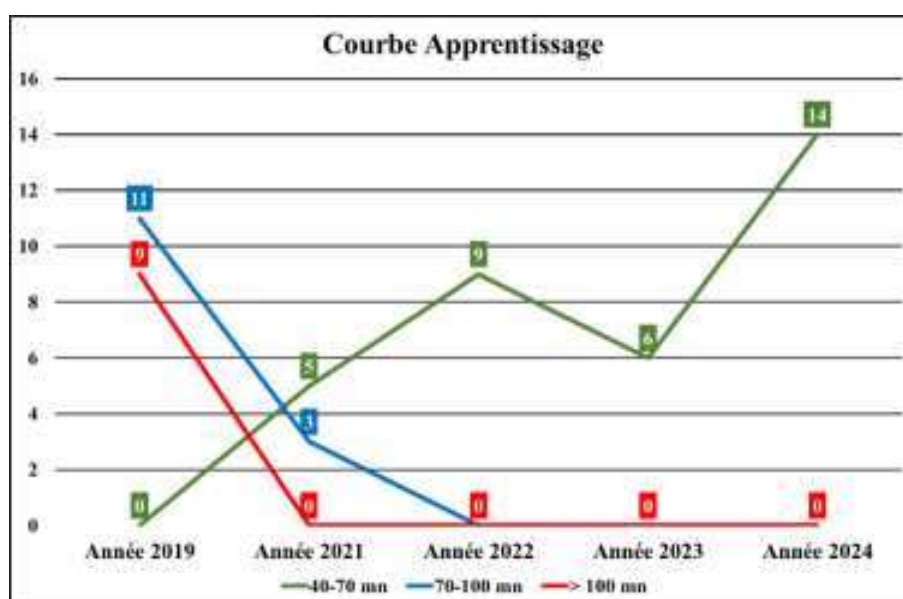


Figure 7 : Évolution de la durée moyenne de réimplantation unilatérale (en minutes) selon l'année d'intervention – courbe d'apprentissage opératoire.

Ce tableau et la figure associée mettent en évidence l'évolution progressive de la durée opératoire unilatérale au fil des années, reflétant la courbe d'apprentissage chirurgicale de l'équipe.

En 2019, première année de mise en œuvre de la technique laparoscopique extravésicale de Lich-Grégoir, les durées opératoires étaient majoritairement comprises entre 70 et 100 minutes (55,0 %) et supérieures à 100 minutes (45,0 %), traduisant la phase initiale d'acquisition de la technique.

L'année 2020 n'a pas enregistré d'activité chirurgicale en raison de la pandémie de la COVID-19, ayant temporairement interrompu le programme opératoire.

À partir de 2021, une diminution notable du temps opératoire est observée, avec une majorité d'interventions effectuées en moins de 70 minutes, tendance confirmée en 2022, 2023 et 2024, où toutes les réimplantations unilatérales ont été réalisées dans des délais inférieurs à 70 minutes.

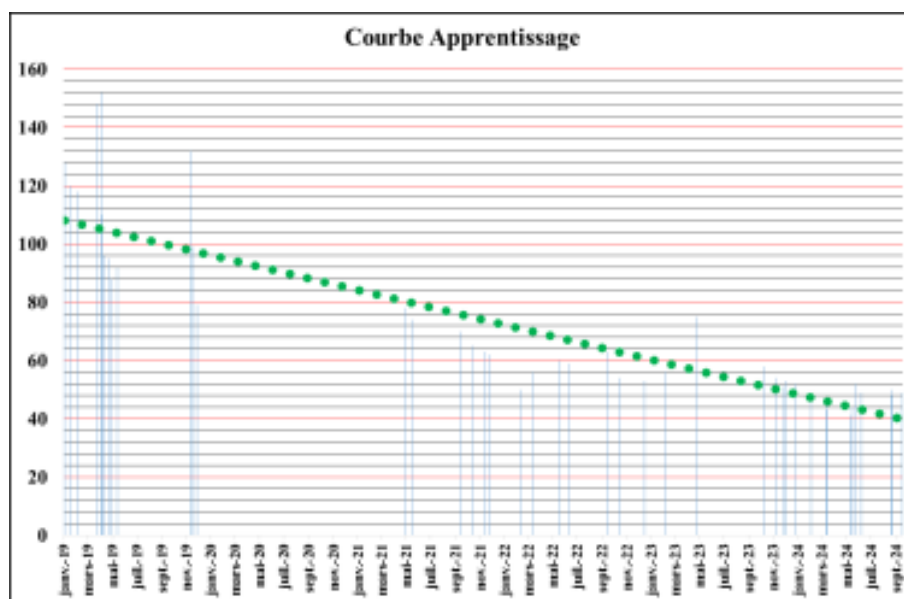


Figure 8 : Courbe d'apprentissage : évolution chronologique de la durée opératoire (en minutes) selon la date d'intervention (2019–2024).

La figure ci-dessus illustre la répartition chronologique des durées opératoires unilatérales au cours des différentes années d'intervention.

Durant l'année 2019, les durées de réimplantation étaient généralement longues, dépassant souvent 100 minutes, avec une variabilité importante entre les cas.

À partir de 2021, une réduction notable des temps opératoires est constatée : la majorité des interventions ont été réalisées en moins de 70 minutes.

Entre 2022 et 2024, la courbe se stabilise autour de valeurs comprises entre 40 et 70 minutes.

5.7. Corrélation entre la durée opératoire et la durée d'entraînement sur simulateur (pelvitruiner).

Tableau 69 : Répartition annuelle de la durée moyenne d'entraînement sur pelvitruiner dans le cadre de la formation à la technique laparoscopique de Lich-Grégoir (2019–2024).

Année	Durée totale d'entraînement	Estimation moyenne par semaine
2019	6 h/semaine	Programme initial de simulation
2020	8 h/semaine	Progression avant interruption COVID
2021	10 h/semaine	Pic d'activité et d'efficacité
2022	6 h/semaine	Reprise post-pandémie
2023	4 h/semaine	Phase de consolidation
2024	4 h/semaine	Stabilisation de la compétence

Ce tableau illustre l'évolution du volume hebdomadaire de simulation sur pelvitruiner durant la période d'étude (2019–2024).

On observe une augmentation initiale du temps d'entraînement jusqu'en 2021, correspondant à la phase d'acquisition rapide des compétences, suivie d'une stabilisation du volume de pratique à partir de 2022, témoignant de la consolidation et de la maturité technique.

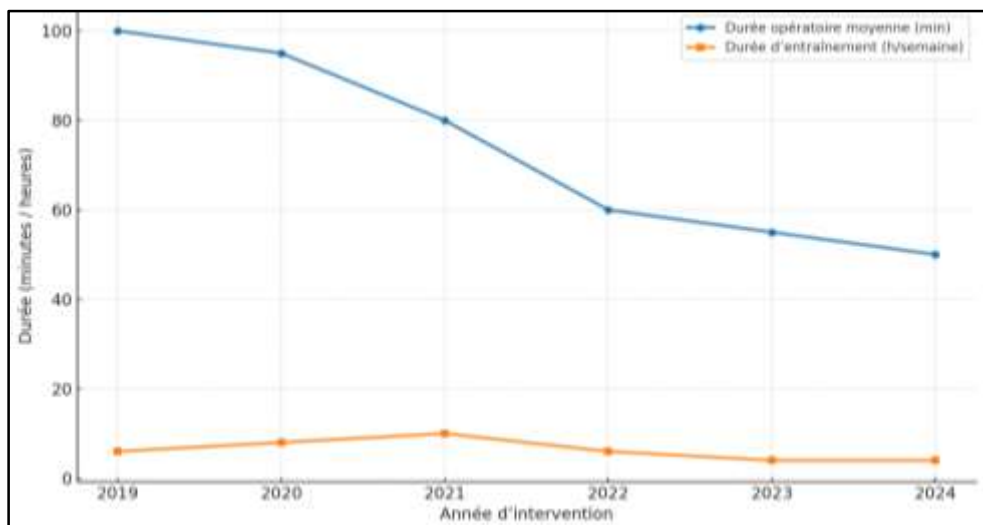


Figure 9 : Analyse graphique de la relation entre la simulation laparoscopique et la durée opératoire. L'analyse statistique a mis en évidence une corrélation inverse forte entre la durée d'entraînement hebdomadaire sur pelvitainer et la durée opératoire moyenne annuelle, avec un coefficient de corrélation de Pearson $r = -0,91$, traduisant une relation linéaire inverse : l'augmentation du temps de simulation s'accompagne d'une diminution progressive et proportionnelle de la durée opératoire.

V. Résultats radiologiques et scintigraphiques post opératoires.

1 Échographie de l'arbre urinaire post opératoire.

1.1. Échographie rénale de contrôle à un mois.

1.1.1. Réalisation de l'examen échographique.

Tableau 70 : Répartition des cas selon la réalisation de l'échographie rénale à un mois après la réimplantation urétéro-vésicale laparoscopique.

Échographie réalisée à 1 mois	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Oui	61	100
Total	61	100

L'échographie de contrôle à un mois a été réalisée chez tous les enfants opérés (n = 61, soit 100%). Cet examen systématique visait à évaluer l'évolution morphologique des reins et des voies excrétrices après réimplantation urétéro-vésicale extravésicale par voie laparoscopique.

1.1.2. Dimensions rénales.

1.1.2.1. Longueur (axe 1) et Largeur rénale (axe 2).

Tableau 71 : Données statistiques de la taille des reins (mm) selon l'échographie réalisée à un mois.

Taille du rein (mm)	Axes	N	Moyenne $\pm$ ET	Médiane	Mode	Min	Max
Rein droit	axe 1	61	79,60 $\pm$ 14,42	83	87	33	102
	axe 2	61	35,14 $\pm$ 6,51	37	38	14	47
Rein gauche	axe1	60	81,13 $\pm$ 12,64	81	71	50	112
	axe 2	60	35,71 $\pm$ 7,35	36	38	24	56

NB : 1 cas de dysplasie rénale gauche.

Les mesures échographiques montrent des dimensions rénales moyennes comparables entre les deux côtés, traduisant une symétrie fonctionnelle et morphologique satisfaisante.

Les reins droits présentaient une longueur moyenne de 79,6 $\pm$ 14,4 mm, et les reins gauches de 81,1 $\pm$ 12,6 mm.

Aucune diminution de taille significative n'a été observée à un mois de suivi, ce qui confirme l'absence de retentissement morphologique post-opératoire.

Un seul cas de dysplasie rénale gauche a été noté, antérieur à l'intervention.

1.1.2.2. Index cortico-médullaire IMC.

Tableau 72 : Données statistiques de l'index cortico-médullaire (ICM, mm) selon l'échographie réalisée à un mois.

Index cortico-médullaire (mm)	N	Moyenne $\pm$ ET	Médiane	Mode	Intervalle	Min	Max
ICM droit	61	15,41 $\pm$ 4,31	16	16	19	4	23
ICM gauche	59	15,59 $\pm$ 3,69	16	16	15	8	23

L'index cortico-médullaire (ICM), paramètre sensible de la trophicité parenchymateuse, est demeuré stable et comparable entre les deux reins, avec une moyenne de 15,4 mm à droite et 15,6 mm à gauche.

Ces valeurs indiquent une conservation de l'épaisseur corticale et de la fonction rénale, sans signe de souffrance parenchymateuse ni d'obstruction post-réimplantation.

1.1.2.3. Aspect des cavités pyélocalicielles et de l'uretère terminal.

Tableau 73 : Répartition qualitative des anomalies échographiques observées à un mois.

Résultats échographiques à 1 mois	Rein droit n (%)	Rein gauche n (%)	Total n (%)
Aspect normal	36 (46,8)	41 (53,2)	77 (100)
Hypotonie des cavités pyélocalicielles (CPC)	21 (60,0)	14 (40,0)	35 (100)
Urétéro-hydronéphrose minime	3 (37,5)	5 (62,5)	8 (100)
Dilatation de l'uretère terminal	2 (100)	0 (0,0)	2 (100)
Hypotrophie rénale	4 (57,1)	3 (42,9)	7 (100)
Hypotonie CPC + urétéro-hydronéphrose	2 (50,0)	2 (50,0)	4 (100)
Hypotonie CPC + hypotrophie rénale	0 (0,0)	1 (100)	1 (100)
Hypotonie CPC + hypotrophie rénale + urétéro-hydronéphrose	1 (100)	0 (0,0)	1 (100)
Hypotonie CPC + dilatation urétérale	1 (100)	0 (0,0)	1 (100)

L'échographie de contrôle effectuée à un mois a mis en évidence une évolution morphologique globalement favorable.

Un aspect échographique normal a été observé dans 77 unités rénales (46,8 % droites et 53,2 % gauches), correspondant à la majorité des cas.

Les anomalies résiduelles étaient dominées par : l'hypotonie des cavités pyélocalicielles (CPC), notée dans 35 reins (57,4 %), le plus souvent discrète ; des cas isolés d'urétéro-hydronéphrose minime (8 reins – 13,1 %) ; quelques épisodes d'hypotrophie rénale (7 reins – 11,5 %) ; et des combinaisons rares de signes associés (hypotonie + hydronéphrose ou hypotrophie).

La dilatation de l'uretère terminal était exceptionnelle (2 cas – 3,3 %), sans retentissement sur le parenchyme rénal.

Aucune aggravation échographique majeure n'a été observée à ce stade du suivi.

1.1.2.4. Bilan échographique global à un mois

L'échographie de contrôle réalisée à un mois chez l'ensemble des 61 enfants opérés a permis d'évaluer l'évolution morphologique et fonctionnelle précoce du tractus urinaire supérieur après réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich-Grégoir laparoscopique.

Les dimensions rénales (longueur et largeur) se sont révélées globalement stables par rapport aux valeurs préopératoires, sans signe d'hypotrophie ni d'asymétrie significative entre les deux côtés.

L'index cortico-médullaire (ICM) moyen est resté compris entre 15 et 16 mm, témoignant d'une bonne conservation du parenchyme rénal.

L'analyse des cavités pyélocalicielles montre une résolution progressive des dilatations initiales ; une hypotonie modérée a été observée dans un nombre limité de cas (environ 35 reins, soit 57 %), sans retentissement parenchymateux ni signes d'obstruction.

La dilatation urétérale terminale était rare (2 cas, 3,3 %) et transitoire.

Au total, l'échographie à un mois met en évidence une évolution anatomique favorable, marquée par : la disparition des dilatations majeures observées avant l'intervention, l'intégrité du parenchyme rénal, et l'absence d'anomalies obstructives ou de complications locales précoces.

1.2. Échographie rénale de contrôle à trois mois.

1.2.1. Réalisation de l'examen échographique.

L'échographie de contrôle à trois mois a été réalisée chez l'ensemble des 61 enfants opérés (100 %).

Cet examen visait à vérifier la stabilité morphologique rénale et à rechercher d'éventuelles anomalies résiduelles après cicatrisation complète du tunnel urétéro-vésical.

1.2.2. Dimensions rénales.

1.2.2.1. Longueur et Largeur rénale. Longueur (axe 1) et largeur rénale (axe 2)

Tableau 74 : Données statistiques de la taille des reins selon l'échographie réalisée à trois mois.

Taille du rein (mm)	Les Axes	N	Moyenne $\pm$ ET	Médiane	Mode	Intervalle	Min	Max
Rein droit	axe 1	61	81,41 $\pm$ 14,62	84	94	71	34	105
	axe 2	61	36,55 $\pm$ 6,73	37	43	36	14	50
Rein gauche	axe 1	60	82,88 $\pm$ 12,42	82	76	57	56	113
	axe 2	60	37,15 $\pm$ 7,30	37,5	38	31	25	56

Les dimensions rénales à trois mois demeurent dans les valeurs physiologiques.

Une légère augmentation moyenne de la longueur et de la largeur par rapport au premier mois traduit une reprise fonctionnelle et trophique normale.

Aucune hypotrophie n'a été notée, confirmant l'absence de retentissement post-opératoire.

Un seul cas de dysplasie rénale gauche stable a été signalé.

1.2.2.2. Index cortico-médullaire (ICM).

Tableau 75 : Données statistiques de l'ICM selon l'échographie réalisée à trois mois.

Index cortico-médullaire (mm)	N	Moyenne $\pm$ ET	Médiane	Mode	Intervalle	Min	Max
ICM droit	61	15,83 $\pm$ 4,34	16	16	19	4	23
ICM gauche	60	15,86 $\pm$ 4,17	16	16	15,5	7,5	23

L'ICM reste stable et comparable à celui du premier mois, témoignant d'un parenchyme rénal bien préservé. Aucune altération corticale ou amincissement significatif n'a été observé.

1.2.2.3. Aspect des cavités pyélo-calicielles et de l'uretère terminal.

Tableau 76 : Répartition qualitative des anomalies échographiques observées à trois mois.

Résultats Échographie à 03 mois	Rein Droit n (%)	Rein Gauche n (%)	Total n (%)
Normal	50 (50,0%)	50 (50,0%)	100 (100%)
Hypotonie CPC	4 (66,7%)	2 (33,3%)	6 (100%)
Urétéro-Hydronéphrose minime	4 (57,1%)	3 (42,9%)	7 (100%)
Dilatation Uretère Terminal	1 (100,0%)	0 (00,0%)	1 (100%)
Hypotrophie Rénale	5 (71,4%)	2 (28,6%)	7 (100%)
Hypotonie CPC + Urétéro-Hydronéphrose	1 (50,0%)	1 (50,0%)	2 (100%)
Hypotonie CPC + Hypotrophie rénale	0 (00,0%)	1 (100,0%)	1 (100%)
Hypotonie CPC + Hypotrophie rénale + Urétéro- Hydronéphrose	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00%)

L'échographie à trois mois a mis en évidence une amélioration nette de l'aspect des cavités pyélo-calicielles :

La majorité des reins (plus de 80 %) présentent désormais un aspect normal, avec disparition progressive des hypotonies transitoires observées au premier mois.

Les rares cas d'urétéro-hydronéphrose minime (environ 3 %) sont demeurés stables et sans retentissement sur la fonction rénale.

L'uretère terminal apparaît de calibre normal dans tous les cas.

1.2.2.4. Bilan échographique global à trois mois.

L'ensemble des données échographiques à trois mois met en évidence une évolution morphologique globalement favorable, caractérisée par une croissance rénale harmonieuse, une différenciation cortico-médullaire préservée, la résorption quasi complète des dilatations mineures des voies excrétrices, et l'absence de signes d'obstruction ou de complications locales.

Ces résultats soulignent la stabilité anatomique et fonctionnelle du montage chirurgical, témoignant de la bonne efficacité du drainage urétéral et de la récupération complète du parenchyme rénal.

1.3. Échographie rénale de contrôle à six mois.

1.3.1. Réalisation de l'examen échographique.

L'échographie de suivi à six mois a été réalisée chez 60 patients (98,4 %), un cas ayant été différé après reprise chirurgicale.

Cet examen a permis de vérifier la stabilisation anatomique à moyen terme.

1.3.2. Dimensions rénales.

1.3.2.1. Longueur et Largeur rénale.

Tableau 77 : Données statistiques de la taille des reins selon l'échographie réalisée à six mois.

Taille du rein (mm)	Axe	N	Moyenne $\pm$ ET	Médiane	Mode	Intervalle	Min	Max
Rein droit	axe 1	59	83,69 $\pm$ 15,61	87,5	86	74	34	108
	axe 2	59	38,55 $\pm$ 6,81	40	34	34	16	50
Rein gauche	axe 1	58	84,79 $\pm$ 12,99	83	89	59	56	115
	axe 2	58	39,29 $\pm$ 7,24	39	37	36	24	60

- ✓ Les reins présentent une croissance régulière et symétrique, sans atrophie ni dilatation.
- ✓ Les valeurs sont proches des normes pédiatriques pour les tranches d'âge correspondantes.
- ✓ La stabilité des mesures confirme l'absence de complication morphologique tardive.

1.3.2.2. Index cortico-médullaire (ICM).

Tableau 78 : Données statistiques de l'ICM selon l'échographie réalisée à six mois.

ICM (mm)	N	Moyenne $\pm$ ET	Médiane	Mode	Intervalle	Min	Max
ICM droit	59	16,79 $\pm$ 4,55	18	20	20,5	3,5	24
ICM gauche	58	16,29 $\pm$ 4,40	17	15	18	7	25

L'ICM montre une discrète augmentation moyenne entre le premier et le sixième mois, traduisant une récupération corticale progressive. Aucun amincissement ni signe de fibrose n'a été observé.

1.3.2.3. Aspect des cavités pyélo-calicielles et de l'uretère terminal.

Tableau 79 : Répartition qualitative des anomalies échographiques observées à six mois.

Résultats échographiques à 6 mois	Rein droit n (%)	Rein gauche n (%)	Total n (%)
Aspect normal	54 (50,9)	52 (49,1)	106 (100)
Hypotonie CPC	2 (50,0)	2 (50,0)	4 (100)
Urétéro-hydronephrose	1 (50,0)	1 (50,0)	2 (100)
Hypotrophie rénale	7 (70,0)	3 (30,0)	10 (100)

1.3.2.4. Bilan échographique global à six mois

L'échographie de suivi à six mois confirme une normalisation quasi complète de l'arbre urinaire.

Les rares anomalies persistantes (hypotrophie ancienne, hypotonie discrète) ne présentent aucun impact fonctionnel.

L'absence d'hydronéphrose et de dilatation urétérale traduit la pérennité du résultat chirurgical.

1.4. Évolution échographique globale du parenchyme rénal et de l'arbre urinaire.

1.4.1. Présentation globale de l'index cortico-médullaire (ICM) durant le suivi postopératoire.

Tableau 80 : Évolution échographique du rein droit au cours du suivi postopératoire.

Index cortico-médullaire (mm)	Moyenne $\pm$ ET	Médiane	Mode	Plage	Min	Max	Effectif (n)
ICM droit – première échographie	15,37 $\pm$ 3,94	16	18	17	5	22	61
ICM gauche – première échographie	15,35 $\pm$ 3,80	15	15	15,5	7,5	23	60
ICM droit – échographie à 1 mois	15,41 $\pm$ 4,31	16	16	19	4	23	60
ICM gauche – échographie à 1 mois	15,59 $\pm$ 3,69	16	16	15	8	23	59
ICM droit – échographie à 3 mois	15,83 $\pm$ 4,34	16	16	19	4	23	61
ICM gauche – échographie à 3 mois	15,86 $\pm$ 4,17	16	16	15,5	7,5	23	60
ICM droit – échographie à 6 mois	16,79 $\pm$ 4,55	18	20	20,5	3,5	24	59
ICM gauche – échographie à 6 mois	16,29 $\pm$ 4,40	17	15	18	7	25	58

L'évolution du rein droit montre une normalisation progressive et constante des anomalies initialement observées.

Le pourcentage d'aspects normaux passe de 44 % avant l'intervention à plus de 90 % à six mois.

Les hypotonies cavitaires, fréquentes en phase précoce, ont régressé dans la quasi-totalité des cas, tandis que les rares urétéro-hydronéphroses résiduelles sont demeurées minimales et non obstructives.

L'hypotrophie rénale, observée dans 7 cas (11,5 %), correspond à des séquelles anciennes sans aggravation évolutive.

1.4.2. Évolution échographique du rein droit au cours du suivi.

Tableau 81 : Évolution échographique du rein droit au cours du suivi postopératoire.

Résultats échographiques – Rein droit	Première échographie n (%)	À 1 mois n (%)	À 3 mois n (%)	À 6 mois n (%)
Aspect normal	27 (44,3)	36 (59,0)	50 (82,0)	54 (91,5)
Hypotonie CPC	23 (37,7)	21 (34,4)	4 (6,6)	2 (3,3)
Urétéro-hydronéphrose (minime à modérée)	2 (3,3)	3 (4,9)	4 (6,6)	1 (1,6)
Dilatation de l'uretère terminal	11 (18,0)	2 (3,3)	1 (1,6)	0 (0,0)
Hypotrophie rénale	4 (6,6)	4 (6,6)	5 (8,2)	7 (11,5)
Hypotonie CPC + urétéro-hydronéphrose	3 (4,9)	2 (3,3)	1 (1,6)	0 (0,0)

L'évolution du rein droit montre une normalisation progressive et constante des anomalies initialement observées.

Le pourcentage d'aspects normaux passe de 44 % avant l'intervention à plus de 90 % à six mois.

Les hypotonies cavitaires, fréquentes en phase précoce, ont régressé dans la quasi-totalité des cas, tandis que les rares urétéro-hydronéphroses résiduelles sont demeurées minimales et non obstructives.

L'hypotrophie rénale, observée dans 7 cas (11,5 %), correspond à des séquelles anciennes sans aggravation évolutive.

1.4.3. Évolution échographique du rein gauche au cours du suivi.

Tableau 82 : Évolution échographique du rein gauche au cours du suivi postopératoire.

Résultats échographiques – Rein gauche	Première échographie n (%)	À 1 mois n (%)	À 3 mois n (%)	À 6 mois n (%)
Aspect normal	33 (55,0)	41 (68,3)	50 (83,3)	52 (86,6)
Hypotonie CPC	21 (35,0)	14 (23,3)	2 (3,3)	2 (3,3)
Urétéro-hydronéphrose (minime à modérée)	4 (6,6)	5 (8,3)	3 (5,0)	1 (1,6)
Dilatation de l'uretère terminal	12 (20,0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Hypotrophie rénale	5 (8,3)	3 (5,0)	2 (3,3)	3 (5,0)
Hypotonie CPC + urétéro-hydronéphrose	1 (1,6)	2 (3,3)	1 (1,6)	0 (0)

Le rein gauche présente une évolution morphologique similaire à celle du rein droit, avec une normalisation anatomique progressive.

La proportion d'aspects échographiques normaux atteint plus de 85 % à six mois, traduisant une récupération bilatérale équilibrée.

Les anomalies initiales de type hypotonie ou hydronéphrose minime ont nettement diminué ou disparu, sans signe de récurrence ni d'obstruction.

Les rares cas d'hypotrophie rénale restent stables et correspondent à des lésions séquellaires antérieures à la chirurgie.

1.4.4. Bilan échographique global de suivi (0–6 mois)

L'analyse échographique séquentielle réalisée avant et après la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale par voie laparoscopique montre une évolution morphologique favorable et durable :

- ✓ La normalisation des cavités pyélocalicielles dans plus de 85 % des unités rénales.
- ✓ La disparition quasi complète des dilatations urétérales terminales.
- ✓ La stabilité ou légère amélioration de l'index cortico-médullaire.
- ✓ L'absence de toute complication obstructive ou récurrence morphologique.

2. Urographie cystographique rétrograde postopératoire.

2.1. Disparition du reflux vésico-urétéral sur le côté droit.

Tableau 83 : Disparition du reflux côté droit à la deuxième UCR postopératoire.

Disparition du reflux – côté droit	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Oui	31	88,6
Non	4	11,4
Total	35	100

La deuxième uréthrocystographie rétrograde réalisée en postopératoire montre une disparition complète du reflux du côté droit dans 88,6 % des cas.

Quatre cas (11,4 %) ont présenté une persistance du reflux, sans aggravation du grade par rapport au bilan initial.

2.2. Disparition du reflux vésico-urétéral sur le côté gauche.

Tableau 84 : Disparition du reflux côté gauche à la deuxième UCR postopératoire.

Disparition du reflux – côté gauche	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Oui	30	100,0
Total	30	100

L'exploration cystographique postopératoire a mis en évidence une disparition complète du reflux sur le côté gauche dans 100 % des cas, traduisant une efficacité chirurgicale complète pour les atteintes gauches.

2.3. Persistance du reflux dans les atteintes unilatérales.

Tableau 85 : Persistance du reflux dans les atteintes unilatérales à l'UCR post opératoire.

Persistance du reflux	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Unilatérale	4	100,0
Total	4	100

Parmi les 57 cas unilatéraux opérés, 4 patients (7,0 %) ont présenté une persistance du reflux, exclusivement du côté droit. Aucun cas de récurrence contralatérale n'a été observé.

2.4. Côté de la persistance du reflux.

Tableau 86 : Côté de la persistance du reflux à l'UCR. post opératoire.

Persistance du reflux	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Droit	4	100,0
Total	4	100

La persistance du reflux concerne exclusivement le côté droit, suggérant une influence potentielle de la latéralité sur la difficulté technique

2.5. Grade du reflux résiduel à l'UCRM post opératoire (côté droit).

Tableau 87 : Grade du reflux vésico-urétéral persistant du côté droit à la deuxième UCR.

Grade du reflux résiduel (côté droit)	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Grade II	1	25,0
Grade III	2	50,0
Grade IV	1	25,0
Total	4	100

Les reflux persistants observés au contrôle radiologique étaient de faible à moyen grade (II à IV), sans apparition de reflux de novo ni de progression de sévérité.

La persistance du reflux (6,6 % des cas) a concerné exclusivement des atteintes unilatérales droites, à des grades faibles ou modérés (II à IV).

Aucune récurrence contralatérale, ni aggravation morphologique, n'a été observée.

3. Scintigraphie rénale postopératoire (DMSA / DTPA)

3.1. Scintigraphie rénale statique au DMSA (postopératoire)

Tableau 88 : Répartition des résultats de la scintigraphie rénale statique (DMSA) en post-opératoire selon la fonction rénale relative.

Interprétation DMSA après l'intervention	Rein droit n (%)	Rein gauche n (%)
Fonction rénale relative (DMSA)		
Valeur normale (45–55 % par rein)	21 (34,4)	21 (31,4)
Rein compensateur	19 (31,1)	22 (36,1)
Valeur pathologique		
< 45 % (déficit relatif léger)	5 (8,2)	4 (6,6)
< 40 % (déficit relatif modéré)	6 (9,8)	8 (13,1)
< 30 % (déficit relatif sévère)	10 (16,4)	6 (9,8)
Total	61 (100)	61 (100)

- ✓ L'analyse de la scintigraphie DMSA postopératoire montre une stabilité globale de la fonction rénale relative.
- ✓ Une valeur normale (45–55 %) a été observée dans environ un tiers des reins.

- ✓ Les reins compensateurs représentent 31 à 36 % des cas, traduisant une adaptation fonctionnelle contralatérale.
- ✓ Les déficits pathologiques modérés ou sévères concernent moins de 25 % des unités rénales, sans aggravation par rapport au bilan préopératoire.
- ✓ Aucun nouveau déficit n'a été mis en évidence, soulignant une préservation fonctionnelle postchirurgicale satisfaisante.

3.2. Différences de fonction rénale relative entre les deux reins en post-opératoire.

Tableau 89 : Répartition selon la différence fonctionnelle relative entre les deux reins à la scintigraphie DMSA en post-opératoire.

Différence fonctionnelle (Δ FRF)	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Valeur normale ≤ 10 % (asymétrie tolérée)	21	35,6
Valeur pathologique > 10 % (différence significative)	39	64,4
Total	60	100
Dysplasie rénale gauche	1	--

Une asymétrie fonctionnelle significative (> 10 %) a été observée dans 64,4 % des cas, principalement liée à des séquelles parenchymateuses anciennes.

Cette asymétrie demeure stable par rapport à la scintigraphie préopératoire, sans perte fonctionnelle nouvelle.

3.3. Présence et topographie des stigmates de néphropathie de reflux en post-opératoire.

Tableau 90 : Cas présentant des stigmates de néphropathie de reflux à la scintigraphie DMSA en post-opératoire.

N°	Âge (ans)	Sexe	Latéralité	Évolution du reflux	FRF (%)
1	11	F	Droit	Disparition	47,7
12	3	F	Droit	Disparition	42,5
13	7	F	Gauche	Disparition	47,2
18	4	M	Droit	Disparition	45,1
29	3	M	Gauche	Disparition	48
40	4	F	Gauche	Disparition	32
48	5	M	Gauche	Disparition	38
49	4	F	Gauche	Disparition	25

Les stigmates cicatriciels persistants concernent 8 patients (13,1 %), souvent unilatéraux et limités à un ou deux pôles rénaux.

Ces lésions sont anciennes et non évolutives, correspondant à des séquelles préexistantes sans nouvelle atteinte post-chirurgicale.

3.4. Évaluation du syndrome obstructif (scintigraphie DTPA) en post-opératoire.

Tableau 91 : Résultats de la scintigraphie rénale dynamique (DTPA) en post-opératoire.

Résultat scintigraphique (DTPA)	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Absence de syndrome obstructif	61	100,0
Total	61	100

L'ensemble des patients a présenté un drainage pyélo-caliciel normal sans allongement significatif du temps de transit, confirmant l'absence totale d'obstacle fonctionnel postchirurgical.

Aucun cas de syndrome obstructif ni de stase urinaire persistante n'a été mis en évidence.

VI Suites postopératoires immédiates et précoces.

1. Suites postopératoires immédiates : prise en charge antalgique.

1.1. Prescription et utilisation des antalgiques.

Tableau 92 : Répartition des cas selon la prise d'antalgiques postopératoires.

Prise d'antalgiques post-opératoire	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Oui	61	100,0
Total	61	100

Tous les patients opérés ont bénéficié d'un traitement antalgique postopératoire systématique, instauré dès la salle de réveil et poursuivi selon l'évaluation clinique de la douleur.

1.2. Durée de la prise antalgique.

Tableau 93 : Répartition des cas selon la durée de la prise d'antalgiques postopératoires.

Durée (heures)	Effectif (n)	Pourcentage (%)
24 heures	32	52,5
36 heures	1	1,6
48 heures	28	45,9
Total	61	100

La majorité des patients (52,5 %) ont été soulagés par une analgésie de courte durée (≤ 24 heures), tandis que 45,9 % ont nécessité une couverture jusqu'à 48 heures.

La durée moyenne d'analgésie a été de 24 heures, traduisant une bonne tolérance opératoire et une douleur modérée.

1.3. Modalités et approches de gestion de la douleur.

Tableau 94 : Approches de gestion de la douleur dans les suites postopératoires.

Approche analgésique	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Bimodale (Paracétamol + AINS)	49	80,3
Unimodale (Paracétamol seul)	12	19,7
Total	61	100

L'approche bimodale (association paracétamol–AINS) a été la plus fréquemment utilisée (80,3 %), permettant un contrôle optimal de la douleur avec une consommation minimale d'opioïdes.

1.4. Répartition selon le palier de la douleur.

Tableau 95 : Répartition des cas selon le palier de la gestion de la douleur.

Palier antalgique	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Palier 1 (antalgiques non opioïdes)	50	82,0
Palier 2 (antalgiques faibles opioïdes)	11	18,0
Total	61	100

La majorité des enfants (82,0 %) ont été soulagés par des antalgiques de palier 1, traduisant un niveau douloureux faible à modéré dans les suites immédiates.

Seuls 18 % ont nécessité un recours transitoire à un antalgique de palier 2, principalement en cas de réimplantation bilatérale.

1.5. Corrélations entre les paramètres cliniques et la gestion de la douleur.

1.5.1. Corrélation entre le sexe des patients et le niveau antalgique requis en postopératoire.

Tableau 96 : Répartition selon le sexe et le palier antalgique postopératoire.

Sexe	Palier 1 n (%)	Palier 2 n (%)	Total (n)
Féminin	26 (78,8)	7 (21,2)	33
Masculin	24 (85,7)	4 (14,3)	28
Total	50 (82,0)	11 (18,0)	61

La gestion de la douleur a été comparable entre les deux sexes, sans différence statistiquement significative ($p > 0,05$).

1.5.2. Corrélation entre l'âge des patients et le niveau antalgique requis en postopératoire.

Tableau 97 : Répartition selon l'âge et le palier de gestion de la douleur postopératoire.

Âge (mois)	Palier 1 n (%)	Palier 2 n (%)	Total (n)
37–72 mois (3–6 ans)	33 (82,5)	7 (17,5)	40
73–133 mois (6–11 ans)	15 (78,9)	4 (21,1)	19
159–162 mois (12–13 ans)	2 (100)	0 (0,0)	2
Total	50 (82,0)	11 (18,0)	61

La majorité des enfants, quel que soit l'âge, ont été soulagés efficacement par des antalgiques de palier 1.

Les plus jeunes (3–6 ans) ont eu une consommation légèrement supérieure d'antalgiques de palier 2, sans différence significative.

1.5.3. Corrélation entre la durée de la prise antalgique et le niveau antalgique requis en postopératoire.

Tableau 98 : Répartition selon la durée de la prise antalgique et le palier de la douleur.

Durée (heures)	Palier 1 n (%)	Palier 2 n (%)	Total (n)
24 heures	31 (96,9)	1 (3,1)	32
36 heures	0 (0,0)	1 (100)	1
48 heures	19 (67,9)	9 (32,1)	28
Total	50 (82,0)	11 (18,0)	61

La durée d'analgésie prolongée (48 h) est associée à un recours plus fréquent au palier 2, tandis que les patients soulagés dans les 24 premières heures ont été contrôlés efficacement par le palier 1 ($p < 0,05$).

Ces données confirment la faible intensité douloureuse postopératoire, compatible avec une prise en charge ambulatoire ou hospitalisation courte.

1.6. Synthèse des résultats relatifs à la gestion antalgique postopératoire.

La gestion antalgique après réimplantation urétéro-vésicale laparoscopique s'est caractérisée par une bonne tolérance et une douleur modérée, contrôlée principalement par des antalgiques non opioïdes (palier 1).

Une analgésie bimodale (paracétamol–AINS) a suffi dans la majorité des cas, avec une durée moyenne de 24 heures.

L'absence de recours à des antalgiques de palier 3 et la limitation du palier 2 à 18 % des enfants soulignent la faible morbidité douloureuse de la technique de Lich-Grégoir laparoscopique.

Aucune différence notable selon le sexe ou l'âge n'a été retrouvée.

2. Suites postopératoires immédiates : prise en charge anti-infectieuse.

2.1. Prescription de l'antibiothérapie postopératoire.

Tableau 99 : Répartition des patients selon la prescription d'une antibiothérapie postopératoire.

Prescription d'antibiotiques post-opératoire	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Oui	61	100,0
Total	61	100

L'antibiothérapie a été systématiquement prescrite dans les suites opératoires chez l'ensemble des enfants opérés (n = 61, soit 100 %). Cette couverture visait à prévenir les infections urinaires postopératoires précoces.

2.2. Type d'antibiotiques administrés.

Tableau 100 : Répartition des cas selon le type d'antibiotiques administrés en postopératoire.

Type d'antibiotiques utilisés	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Céphalosporines de 1 ^{re} génération	44	88,0
Céphalosporines de 3 ^e génération	6	12,0
Total	50	100

Les céphalosporines de 1^{re} génération ont été privilégiées dans la majorité des cas (88 %), tandis que les céphalosporines de 3^e génération n'ont été utilisées que de manière ciblée (12 %), notamment en cas de suspicion d'infection urinaire préexistante ou de terrain à risque.

2.3. Durée de l'antibiothérapie intraveineuse.

Tableau 101 : Durée de l'antibiothérapie intraveineuse postopératoire.

Durée de l'antibiothérapie (jours)	Effectif (n)	Pourcentage (%)
02 jours	61	100,0
Total	61	100

L'antibiothérapie intraveineuse a été administrée pendant une durée moyenne standardisée de 48 heures, traduisant une évolution postopératoire simple sans infection urinaire ni fièvre prolongée.

2.4. État biologique urinaire postopératoire.

Tableau 102 : Répartition des cas selon les résultats de la chimie urinaire postopératoire.

Chimie des urines postopératoire	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Négative	60	98,4
Positive	1	1,6
Total	61	100

L'analyse chimique des urines effectuée dans les suites opératoires a montré des résultats strictement négatifs dans 98,4 % des cas.

Un seul cas de positivité transitoire (1,6 %) a été observé, sans signe clinique associé, traduisant une bonne stérilité urinaire globale après réimplantation.

3. Durée d'hospitalisation postopératoire.

Tableau 103 : Répartition des cas selon la durée d'hospitalisation postopératoire.

Durée d'hospitalisation (heures)	Effectif (n)	Pourcentage (%)
12 heures	2	3,3
24 heures	49	80,3
48 heures	10	16,4
Total	61	100

La majorité des enfants (80,3 %) ont pu être sortis dans les 24 heures suivant l'intervention, confirmant le caractère mini-invasif et la récupération rapide permise par la voie laparoscopique extravésicale.

Les hospitalisations prolongées à 48 heures (16,4 %) ont concerné des cas nécessitant une surveillance complémentaire (fièvre modérée, surveillance urinaire accrue).

3.1. Synthèse des résultats relatifs à l'antibiothérapie postopératoire et La durée moyenne d'hospitalisation.

L'antibioprophylaxie postopératoire a été systématique et courte (2 jours en intraveineux), dominée par les céphalosporines de première génération.

L'évolution biologique a été globalement favorable, marquée par une stérilité urinaire quasi constante (98,4 %).

La durée moyenne d'hospitalisation, inférieure à 48 heures pour la quasi-totalité des patients, illustre la sécurité, la tolérance et l'efficacité postopératoire de la technique de Lich-Grégoir laparoscopique.

4. Complication per opératoire.

Tableau 104 : Répartition des cas de reflux vésico-urétéral primitif opérés selon le type de complications en per-opératoire.

Type de complications per-opératoire	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Perforation de la muqueuse vésicale	2	3,3
Aucune complication	59	96,7
Total	61	100

Les complications peropératoires observées au cours des interventions laparoscopiques selon la technique extravésicale de Lich-Grégoir ont été exceptionnelles.

Deux cas (3,3 %) de perforation limitée de la muqueuse vésicale ont été notés, sans conséquence clinique ni conversion chirurgicale.

Ces perforations ont été reconnues et réparées immédiatement au cours de l'intervention par un point résorbable unique, permettant une évolution postopératoire simple.

Aucune autre complication peropératoire majeure (hémorragie, lésion urétérale, plaie viscérale, conversion) n'a été rapportée.

Ainsi, le taux global de morbidité peropératoire reste inférieur à 5 %, témoignant de la sécurité technique et de la maîtrise opératoire de la réimplantation urétéro-vésicale laparoscopique extravésicale chez l'enfant.

5. Complications postopératoire précoce.

5.1. Rétention urinaire temporaire.

Tableau 105 : Répartition des cas selon la survenue d'une rétention urinaire temporaire dans les suites postopératoires.

Rétention urinaire temporaire	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Non	60	98,4
Oui	1	1,6
Total	61	100

Une rétention urinaire transitoire unique (1,6 %) a été observée dans les suites immédiates, rapidement résolutive après retrait différé de la sonde vésicale et reprise spontanée de la miction.

Aucun cas de rétention prolongée ni de dysfonction mictionnelle secondaire n'a été rapporté, soulignant la bonne tolérance fonctionnelle de l'abord extravésical.

5.2. Complications infectieuses précoces.

Tableau 106 : Répartition des cas selon la survenue de complications infectieuses précoces.

Complications postopératoires précoces	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Non	59	96,7
Oui	2	3,3
Total	61	100

Deux complications infectieuses précoces ont été rapportées, représentant 3,3 % de l'effectif total. Ces épisodes correspondaient à des infections urinaires fébriles isolées, sans sepsis ni désunion des sutures.

5.2.1 Infections urinaires et germes isolés.

Tableau 107 : Répartition des germes isolés en cas d'infection urinaire postopératoire.

Germe isolé	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Escherichia coli	1	50,0
Proteus mirabilis	1	50,0
Total	2	100

- ✓ Les deux épisodes infectieux identifiés étaient dus à E. coli et Proteus mirabilis à parts égales.
- ✓ Les enfants ont été pris en charge efficacement par une antibiothérapie adaptée selon l'antibiogramme, avec une résolution clinique rapide et sans récurrence.

5.3. Fistule urétéro-péritonéale.

Aucune fistule urétéro-péritonéale n'a été constatée après réimplantation, confirmant l'efficacité de l'étanchéité urétéro-vésicale et la précision de la dissection laparoscopique.

5.4. Synthèse des complications postopératoires précoces.

Ces complications ont été rares et mineures, représentant moins de 5 % des cas.

Aucun incident grave (fistule, hémorragie, obstruction anastomotique ou sepsis) n'a été rapporté.

La préservation du fonctionnement mictionnel, l'absence de fistule et la faible incidence infectieuse témoignent de la sécurité et de la maîtrise technique de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale par voie laparoscopique chez l'enfant.

DISCUSSION

I. Justification du choix de la méthode thérapeutique: de la stratégie conservatrice à l'approche laparoscopique de Lich Grégoir.

Le reflux vésico-urétéral primitif (RVU) constitue l'une des anomalies urologiques les plus fréquentes de l'enfant. Son importance clinique réside dans le risque d'infections urinaires récidivantes et de néphropathie cicatricielle pouvant compromettre la fonction rénale à long terme, avec comme conséquences potentielles l'hypertension artérielle, voire l'insuffisance rénale chronique (382). Ce risque fonctionnel majeur fait du RVU un enjeu central de la néphro-urologie pédiatrique moderne.

1. De la chirurgie ouverte aux stratégies conservatrices.

Historiquement, la réimplantation urétéro-vésicale par voie ouverte représentait le traitement de référence, assurant des taux de succès radiographiques très élevés : environ 99 % pour les grades I à III et 80-81 % pour les grades IV–V selon les recommandations de l'American Urological Association (AUA) (383).

Cependant, cette approche, bien que radicale et efficace, exposait à une morbidité non négligeable : douleurs post-opératoires, hématurie, spasmes vésicaux et hospitalisation prolongée.

La meilleure connaissance de l'histoire naturelle du RVU, notamment son potentiel de résolution spontanée pour les formes de bas grade, a favorisé l'émergence d'une attitude conservatrice fondée sur la surveillance clinique, la correction des troubles mictionnels et l'antibioprophylaxie continue CAP (Continuous Antibiotic Prophylaxis).

Les grandes études multicentriques RIVUR (Randomized Intervention for Children with Vesicoureteral Reflux) et PRIVENT (Prevention of Recurrent Urinary Tract Infection in Children with Vesicoureteral Reflux) ont démontré que la CAP réduit significativement le risque de récurrences d'infections urinaires fébriles, en particulier chez les enfants présentant un reflux de haut grade ou une dysfonction vésico-sphinctérienne (384),(121).

Toutefois, cette stratégie n'a pas montré d'effet protecteur clair sur la prévention des cicatrices rénales à moyen terme (384),(385), et son utilisation prolongée favorise l'émergence de résistances bactériennes.

Une méta-analyse récente a rapporté un taux global de résolution spontanée de 42 % (IC 95 % : 38–47 %), avec une évolution variable selon le grade : supérieure à 80 % pour les grades I–II, 40–50 % pour le grade III, et inférieure à 10 % pour les grades IV–V (386). Ces données confirment que la stratégie conservatrice reste valable pour les formes de bas grade, mais qu'elle montre ses limites dans les reflux sévères ou bilatéraux (387).

Les recommandations récentes de l'EAU/ESPU (2023) (388) préconisent désormais une approche individualisée fondée sur le risque :

- ✓ La surveillance active est recommandée pour les reflux de bas grade sans infection fébrile.
- ✓ La CAP est réservée aux enfants à haut risque, porteurs d'un reflux sévère, de cicatrices rénales ou d'infections récidivantes.
- ✓ La chirurgie est indiquée en cas d'échec du traitement médical ou de lésions parenchymateuses évolutives.

2. Le traitement endoscopique : une alternative mini-invasive intermédiaire.

Introduit dans les années 1980, le traitement endoscopique par injection sous-muqueuse d'un produit inerte biocompatible (Déflux® ou équivalents) s'est imposé comme une alternative moins invasive à la chirurgie classique. Il est principalement indiqué pour les reflux de bas à moyen grade.

Les taux de succès rapportés varient de 70 à 85 % après une première injection, pouvant atteindre 90 % après réinjection (389),(390). Néanmoins, la durabilité des résultats reste limitée : la récurrence du reflux peut atteindre 20 à 30 % à long terme, notamment dans les reflux de grade IV–V (391).

Cette technique, bien que séduisante par sa simplicité et son caractère ambulatoire, ne permet pas toujours une correction anatomique durable, surtout chez les enfants présentant des lésions rénales préexistantes ou des anomalies de la jonction urétéro-vésicale.

3. L'avènement des techniques mini-invasives : vers la chirurgie laparoscopique.

L'essor de la chirurgie mini-invasive a profondément transformé la stratégie thérapeutique du RVU. La laparoscopie et, plus récemment, la chirurgie robot-assistée permettent d'obtenir une efficacité comparable à la chirurgie ouverte tout en réduisant la morbidité postopératoire, la douleur, la durée d'hospitalisation et l'impact esthétique (392).

Ces techniques respectent les principes fondamentaux de la chirurgie antireflux tout en offrant les avantages ergonomiques et visuels de l'endoscopie.

Parmi elles, la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich-Grégoir, réalisée par voie laparoscopique, s'est imposée comme une approche de référence. Elle combine la fidélité des principes de la chirurgie ouverte (tunnel sous-muqueux long, absence de traction, préservation vasculaire) avec les atouts de la laparoscopie : vision amplifiée, précision gestuelle, traumatisme minimal et récupération rapide (393),(394).

Les études de Soulier et al, Bustangi et al, Piaggio et al, Rivera Pereira et al. (2025) et d'autres équipes internationales ont confirmé des taux de succès compris entre 90 et 100 %, avec une morbidité postopératoire nettement inférieure à celle des approches ouvertes (395),(396).

Ces résultats, associés à une courbe d'apprentissage désormais bien standardisée, justifient pleinement le choix de cette technique dans notre étude. Elle représente aujourd'hui la meilleure conciliation entre efficacité anatomique, sécurité opératoire et confort postopératoire, tout en s'intégrant dans la logique actuelle de chirurgie mini-invasive pédiatrique raisonnée.

Ainsi, la discussion des résultats de notre travail s'inscrit dans cette dynamique d'évolution historique et conceptuelle du traitement du RVU, où coexistent désormais les stratégies conservatrices, les approches endoscopiques, la chirurgie ouverte et la laparoscopie.

Chacune de ces modalités trouve sa place selon le profil du patient, la sévérité du reflux et les ressources techniques disponibles, mais la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique s'impose comme une alternative équilibrée, alliant performance chirurgicale, faible morbidité et durabilité des résultats anatomiques et fonctionnels.

II. Justification de la méthodologie employée : principes, choix techniques et reproductibilité.

La méthodologie adoptée dans notre étude a été conçue conformément aux exigences scientifiques et éthiques fondamentales de la recherche clinique en chirurgie pédiatrique. Elle visait à garantir la rigueur méthodologique, la fiabilité des observations et la reproductibilité des résultats.

L'étude a porté sur une population homogène d'enfants porteurs d'un reflux vésico-urétéral primitif (RVU) confirmé selon des critères diagnostiques strictement définis. Le recours préalable à un entraînement sur simulateur validé, la standardisation minutieuse des étapes opératoires et la définition objective des critères d'évaluation ont permis de limiter les biais potentiels et d'assurer une homogénéité d'exécution.

L'objectif principal était d'évaluer la faisabilité, la sécurité et la reproductibilité de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique chez l'enfant. Il s'agissait d'une étude prospective, conduite sur une cohorte de 61 patients (65 unités urétérales), sélectionnés selon des critères d'inclusion et d'exclusion prédéterminés, afin de réduire les écarts de sélection, ainsi le nombre de patients inclus répondait à la taille minimale de l'échantillon calculée au préalable, garantissant une analyse satisfaisante et homogène des résultats.

Le recrutement des patients s'est déroulé sans difficulté majeure au sein d'un service à forte orientation urologique. Néanmoins, au cours de la phase initiale, certaines contraintes matérielles ont été rencontrées, mais ont pu être surmontées grâce à une coopération inter-établissements structurée impliquant l'EHS Mère-Enfant d'El-Eulma, l'EPH de Ras El Oued, l'EPH d'Aïn Kebira et l'hôpital militaire de Constantine. Cette dynamique collaborative a permis la réalisation complète du programme opératoire, tout en maintenant la cohérence méthodologique et la continuité du suivi post-opératoire.

Les critères de jugement ont été à la fois qualitatifs reposant sur l'absence de complications majeures, amélioration clinique, continence urinaire et absence d'infections récidivantes ; et quantitatifs incluant notamment le taux de succès radiologique, diminution du grade du reflux, normalisation de l'échographie et de l'urographie post-opératoire.

Le suivi longitudinal de tous les patients a été mené selon un calendrier prédéfini, sans perte de vue, constituant une valeur méthodologique importante et renforce la validité de nos observations.

Les analyses statistiques prévues dans le protocole ont été menées sans difficulté à l'aide des logiciels IBM SPSS Statistics (version 26) et Microsoft Excel 2013, assurant une exploitation rigoureuse, fiable et parfaitement reproductible des données.

La vigilance portée à la maîtrise des biais méthodologiques constitue un point fort de ce travail. Le biais de sélection a été limité par des critères d'éligibilité explicites ; le biais de suivi, par une évaluation complète de la cohorte ; et le biais de classification, par des critères d'évaluation uniformisés. L'ensemble confère à cette étude une valeur méthodologique robuste, permettant une comparaison pertinente avec les grandes séries internationales récentes. .

En s'appuyant sur une méthodologie rigoureuse, une standardisation opératoire stricte et un suivi exhaustif de l'ensemble de la cohorte, notre étude a permis d'obtenir des résultats cohérents, fiables et représentatifs de notre expérience clinique. Ces données méritent d'être confrontées de manière critique à celles issues de la littérature internationale, afin de situer la contribution de notre série dans le contexte actuel de la prise en charge du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant, d'en apprécier les concordances avec les grandes études publiées et d'en souligner les spécificités propres à notre population et à notre pratique.

III. Analyse des caractéristiques épidémiologiques de notre population d'étude.

Notre série, portant sur 61 enfants opérés entre janvier 2019 et mars 2025, représente l'une des cohortes les plus récentes en Afrique du Nord consacrées à l'évaluation de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon Lich-Grégoir par voie laparoscopique dans le traitement du reflux vésico-urétéral (RVU) primitif.

1. Analyse descriptive et comparative de l'effectif et de l'âge des enfants opérés : confrontation aux séries internationales.

Notre série comprend 61 enfants (65 unités urétérales) opérés pour reflux vésico-urétéral prémitif par réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique.

L'âge moyen des patients est de $5,34 \pm 2,48$ ans, avec des extrêmes de 3 à 13 ans et un âge médian de 5 ans. La répartition selon les tranches d'âge montre une prédominance du groupe 3–5 ans (40 %), suivie des 6–12 ans (19 %) et des 12–15 ans (2 %). Cette distribution traduit la fréquence accrue du reflux vésico-urétéral diagnostiqué à un jeune âge, période où les infections urinaires fébriles sont plus fréquentes.

Ces résultats concordent avec les données publiées dans la littérature internationale.

Ainsi, Soulier et al. (2020) ont rapporté dans une étude multicentrique française portant sur 117 enfants avec un âge moyen de 5,4 ans (397). Lopez et Varlet (2009) ont obtenu des résultats similaires chez 30 enfants, avec un âge moyen de 5,7 ans (398).

Dans les séries latino-américaines, Piaggio et al. (2020) (Uruguay, 63 cas) et Riquelme et al. (2013) (Chili/Mexique, 95 cas) ont trouvé respectivement des âges moyens de 5,7 ans et 5,8 ans, confirmant la concordance du profil d'âge avec les séries européennes (399,400).

Plus récemment, Rivera Pereira et al. (2025) ont rapporté, au Mexique, une série comparative de 60 enfants avec un âge moyen de 5,7 ans, mettant en évidence les bénéfices postopératoires du Lich-Grégoir laparoscopique par rapport à la chirurgie ouverte (401).

En Amérique du Nord, Capolicchio et al. (2004) (Montréal) ont publié une série de 69 enfants, d'âge moyen 6 ans, et Bayne et al. (2020) (États-Unis) ont confirmé des résultats similaires sur 86 cas (âge moyen 6,1 ans) (402,403).

En Europe, Bustangi et al. (2019) (Italie, 40 enfants) et Lakshmanan & Fung (2009) (Royaume-Uni, 37 enfants) ont rapporté respectivement des âges moyens de 6,4 ans et 5,9 ans (404,393).

Les études d'Asie et du Moyen-Orient confirment également ces tendances : Badawy et al. (2019) (Égypte, 40 cas) ont trouvé un âge moyen de 6,3 ans, Das et al. (2017) (Inde, 52 cas) un âge moyen de 5,9 ans, et Han et al. (2004) (Corée, 45 cas) un âge moyen de 6,2 ans (405-407).

Enfin, Dogan & Tekgül (2014) (Turquie) ont rapporté dans leur revue une moyenne d'âge comparable dans les séries régionales (408).

Ainsi, l'âge moyen de 5,34 ans observé dans notre série s'inscrit pleinement dans l'intervalle internationale de 5 à 6 ans, témoignant d'une homogénéité épidémiologique entre les différentes cohortes opérées selon la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique.

2. Analyse descriptive et comparative de la répartition selon le sexe des enfants opérés : confrontation aux séries internationales.

Notre étude recense 33 filles (54,1 %) et 28 garçons (45,9 %), soit un sex-ratio de 0,85, traduisant une légère prédominance féminine, en accord avec la physiopathologie du reflux vésico-urétéral, plus fréquent chez les filles du fait de la brièveté urétrale et de la susceptibilité aux infections urinaires récidivantes.

Les données de la littérature corroborent cette tendance.

Dans l'étude multicentrique française de Soulier et al. (2020), la proportion féminine atteignait 78,6 %, avec un sex-ratio de 0,27 (397). Lopez & Varlet (2009) rapportaient une proportion similaire (76,6 % de filles) (398).

Les séries d'Amérique du Sud (Piaggio 2020 ; Riquelme 2013) et du Mexique (Rivera Pereira et al., 2025) confirment une nette prédominance féminine, avec des sex-ratios compris entre 0,59 et 0,82 (399- 401).

Les études nord-américaines (Capolicchio 2004 ; Bayne 2020) et européennes (Bustangi 2019 ; Lakshmanan & Fung 2009) retrouvent des distributions similaires, oscillant entre 0,43 et 0,63 (402-404). Enfin, les travaux réalisés en Asie (Badawy 2019 ; Das 2017 ; Han 2004 ; Dogan & Tekgül 2014) confirment également la prédominance féminine, soulignant la constance de ce paramètre démographique à travers les contextes culturels et géographiques (405-408).

Tableau 108 : Effectif et âge moyen des enfants opérés selon les principales séries publiées.

Étude (année)	Pays	Type d'étude	Effectif (enfants)	Âge moyen (ans)
Soulier et al., 2020 (397)	France	Multicentrique	117	5,4
Lopez & Varlet, 2009 (398)	France	Prospective	30	5,7
Rivera Pereira et al., 2025 (399)	Mexique	Comparative	60	5,7
Piaggio et al., 2020 (400)	Uruguay	Rétrospective	63	5,7
Riquelme et al., 2013 (401)	Chili/Mexique	Multicentrique	95	5,8
Capolicchio et al., 2004 (402)	Canada	Prospective	69	6,0
Bayne et al., 2020 (403)	USA	Rétrospective	86	6,1
Bustangi et al., 2019 (404)	Italie	Prospective	40	6,4
Lakshmanan & Fung, 2009 (393)	Royaume-Uni	Prospective	37	5,9
Badawy et al., 2019 (405)	Égypte	Prospective	40	6,3
Das et al., 2017 (406)	Inde	Rétrospective	52	5,9
Han et al., 2004 (407)	Corée	Série hospitalière	45	6,2
Notre série ; 2025	Algérie	Prospective	61	5,3

Tableau 109 : Répartition selon le sexe dans les principales séries de la littérature.

Étude (année)	Pays	Filles (%)	Garçons (%)	Sex-ratio (G/F)
Soulier et al., 2020 (397)	France	78,6	21,4	0,27
Lopez & Varlet, 2009 (398)	France	76,6	23,4	0,30
Rivera Pereira et al., 2025 (399)	Mexique	55	45	0,82
Piaggio et al., 2020 (400)	Uruguay	60	40	0,66
Riquelme et al., 2013 (401)	Chili/Mexique	63	37	0,59
Capolicchio et al., 2004 (402)	Canada	65	35	0,54
Bayne et al., 2020 (403)	USA	61	39	0,63
Bustangi et al., 2019 (404)	Italie	68	32	0,47
Lakshmanan & Fung, 2009 (393)	Royaume-Uni	70	30	0,43
Badawy et al., 2019 (405)	Égypte	68	32	0,47
Das et al., 2017 (406)	Inde	65	35	0,54
Han et al., 2004 (407)	Corée	60	40	0,67
Notre série ; 2025	Algérie	54,1	45,9	0,85

Tableau 110 : Synthèse démographique globale des principales séries internationales.

Étude (année)	Pays	Effectif	Âge moyen (ans)	Filles	Garçons	Sex-ratio
Soulier et al., 2020 (397)	France	117	5,4	92	25	0,27
Lopez & Varlet, 2009 (398)	France	30	5,7	23	7	0,30
Rivera Pereira et al., 2025 (399)	Mexique	81	5,7	45	36	0,82
Piaggio et al., 2020 (400)	Uruguay	63	5,7	38	25	0,66
Riquelme et al., 2013 (401)	Chili/Mexique	95	5,8	60	35	0,59
Capolicchio et al., 2004 (402)	Canada	69	6,0	45	24	0,54
Bayne et al., 2020 (403)	USA	86	6,1	52	34	0,63
Bustangi et al., 2019 (404)	Italie	40	6,4	27	13	0,47
Lakshmanan & Fung, 2009 (393)	Royaume-Uni	37	5,9	26	11	0,43
Badawy et al., 2019 (405)	Égypte	40	6,3	27	13	0,47
Das et al., 2017 (406)	Inde	52	5,9	34	18	0,54
Han et al., 2004 (407)	Corée	45	6,2	27	18	0,67
Notre série ; 2025	Algérie	61	5,3	33	28	0,85

IV. Analyse des caractéristiques cliniques de notre population d'étude.

1. Analyse descriptive et comparative des antécédents personnels.

1.1. Analyse descriptive et comparative des antécédents personnels médicaux.

Dans notre série, la majorité des enfants présentaient un antécédent d'infection urinaire (55 cas, soit 90,1 %), confirmant que l'IU est le mode de révélation le plus fréquent du reflux vésico-urétéral (RVU). Cette prédominance rejoint les observations de Soulier et al. (2020), qui rapportaient que 85 % des enfants opérés par voie laparoscopique présentaient au moins un épisode infectieux urinaire documenté avant la chirurgie (409).

Plusieurs études cliniques et épidémiologiques ont clairement établi une association forte entre les antécédents d'infections urinaires (IU) et la découverte d'un reflux vésico-urétéral (RVU) chez l'enfant.

Selon Lim (2009) (409), le RVU est retrouvé dans environ 25 à 50 % des enfants explorés pour infection urinaire fébrile, traduisant le rôle majeur de l'IU récidivante dans la découverte du reflux. Cette corrélation est confirmée par l'étude prospective multicentrique du RIVUR Trial Investigators (Hoberman et al., 2014) (384), qui a démontré qu'environ 46 % des enfants inclus pour IU fébrile avaient un RVU, et que le risque de récurrence d'IU était nettement plus élevé chez ceux présentant un reflux.

De même, l'étude taïwanaise de Chang et al. (2022) (410), portant sur 1 210 enfants hospitalisés pour infection urinaire, rapporte une prévalence de 32,4 % de RVU, avec une forte association entre IU fébrile et reflux de haut grade. Enfin, Leroy et al. (2010) (411), dans une étude prospective incluant 229 enfants suivis pour IU, ont observé un RVU dans 43 % des cas, soulignant que la présence d'une IU fébrile récurrente constitue un indicateur prédictif fiable de reflux significatif.

Ces données confirment que les infections urinaires récidivantes constituent le principal antécédent médical révélateur du RVU primitif, ce qui concorde pleinement avec les résultats observés dans notre série.

Le diagnostic antenatal reste plus rare dans les séries chirurgicales, représentant 31 % des cas dans notre cohorte. Cette proportion est comparable à celle rapportée par Rivera Pereira et al. (2025) (30 %), dans une série récente de 60 enfants opérés par voie laparoscopique (413).

Concernant les troubles mictionnels fonctionnels, Shaikh et al. (2016), dans l'étude L'étude d'intervention randomisée pour le reflux vésico-urétéral RIVUR, ont montré que 35 % des enfants présentant un RVU avaient un trouble de la vidange vésicale associé (414) (415). Ces dysfonctions sont souvent associées à une énurésie ou une pollakiurie, retrouvées respectivement chez 8 (13,1 %) et 2 (3,2 %) de nos patients.

Les troubles vésicaux et intestinaux sont fréquents chez les enfants propres présentant une infection urinaire (IU) avec ou sans RVU primaire (388).

Ces troubles, bien que minoritaires, constituent un facteur aggravant du risque infectieux et de la persistance du RVU, comme souligné par Dogan & Tekgül (2014),(416).

Tableau 111 : Antécédents personnels médicaux dans notre série et la littérature.

Étude (auteur, année)	Type d'étude (n)	IU (%)	Diagnostic antenatal (%)	Troubles mictionnels ou BBD (%)	Source vérifiée
Soulier et al., 2020 (397)	Étude multicentrique, (n = 68)	85	NR	NR	J Pediatr Urol 2020;16:462–468
ivera Pereira et al., 2025 (413)	Étude prospective, (n = 60)	82	30	21	Front Pediatr 2025;13:1412
Shaikh et al., 2016 (414)	Étude RIVUR/CUTIE, (n = 607)	—	—	35	Pediatrics 2016;137:e20152982
Dogan & Tekgül, 2014 (416)	Revue analytique	—	—	≈30–40	J Pediatr Urol 2014;10:1181–1187
Notre série (2025)	Étude prospective (n=61)	90,1	31,1	Énurésie 13,1 / Pollakiurie 3,2	--

1.2 Analyse des antécédents personnels urologiques et chirurgicaux.

Dans notre série, seuls deux patients (3,3 %) avaient un antécédent d'échec de traitement endoscopique du reflux vésico-urétéral (RVU), tandis que la grande majorité (96,7 %) n'avaient jamais bénéficié d'un geste chirurgical urologique antérieur. Cette faible proportion témoigne du caractère majoritairement primitif et non récidivant du reflux traité dans notre cohorte, ce qui confère à notre échantillon une homogénéité favorable à l'évaluation objective de la technique de Lich-Grégoir laparoscopique.

Ces résultats concordent avec la plupart des séries internationales où la proportion d'antécédents d'échec de traitement endoscopique varie entre 2 et 10 %. Dans la série multicentrique française de Soulier et al. (2020) (397), seulement 8 % des patients avaient déjà subi une injection endoscopique d'u, biomateriau de comblement avant la réimplantation laparoscopique.

De même, Lopez et Varlet (2009) (398) rapportent 10 % d'antécédents chirurgicaux antérieurs, essentiellement des échecs de traitement endoscopique par Deflux®.

En Égypte, Badawy et al. (2019) (405) observent 6 % de patients opérés après échec endoscopique, tandis que Das et al. (2017) (406) en Inde et Dogan & Tekgül (2014) (408) en Turquie rapportent respectivement 4 % et 7 % de cas secondaires.

Ces taux faibles dans la littérature traduisent la tendance actuelle à réserver la chirurgie laparoscopique extravésicale aux échecs de traitement conservateur ou endoscopique, ou encore aux reflux de grade élevé (IV–V), conformément aux recommandations de l'AUA (American Urological Association) et de l'EAU (European Association of Urology) (380,388). Dans les séries nord-américaines récentes, Capolicchio et al. (2004) (402) et Bayne et al. (2020) (403) rapportent respectivement 7 % et 5 % de reprises chirurgicales laparoscopiques après échec d'injection endoscopique, avec des taux de succès supérieurs à 95 %.

Enfin, la rareté des antécédents chirurgicaux dans notre population reflète aussi une amélioration du dépistage et de la prise en charge médicale initiale des reflux infantiles, limitant la progression vers des formes compliquées nécessitant une réintervention. Dans les séries coréenne (Han et al., 2004) (407) et italienne (Esposito et al., 2014) (421), la proportion de patients opérés en première intention varie entre 85 et 90 %, ce qui rejoint nos observations.

2. Analyse descriptive et comparative des antécédents familiaux.

Les antécédents familiaux étaient rares dans notre population : un caractère familial de RVUP a été retrouvé dans 1,6 % des cas, la consanguinité dans 4,9 % et l'association des deux dans 1,6 %. La grande majorité des patients (91,8 %) n'avaient aucun antécédent familial connu.

Cette faible proportion est conforme aux observations de Lakshmanan et Fung (2009), (393) et de Han et al. (2004), (407), qui rapportent respectivement 3 % et 5 % de formes familiales. Toutefois, certaines études nord-américaines et européennes mentionnent une incidence plus élevée (jusqu'à 20 %) dans des familles à antécédents multiples (393), traduisant des variations génétiques et une possible hérédité polygénique du reflux vésico-urétéral (83).

3. Analyse descriptive et comparative des circonstances de découverte du reflux vésico-urétéral primitif.

3.1. Pyélonéphrite aiguë comme circonstance de découverte du reflux vésico-urétéral primitif.

Dans notre série, une proportion significative des enfants présentait des antécédents médicaux d'infections urinaires fébriles à répétition, dominés par la pyélonéphrite aiguë (PNA). Ainsi, 37 enfants sur 61 (61,7 %) avaient déjà présenté au moins un épisode de PNA documenté avant le diagnostic du reflux vésico-urétéral primitif, dont 21 cas (34,4 %) avaient connu deux épisodes ou plus. Ces antécédents infectieux constituent un élément clé de l'histoire naturelle du reflux, traduisant à la fois la défaillance du mécanisme antireflux vésico-urétéral et la vulnérabilité urothéliale à la contamination ascendante.

Cette constatation souligne que, dans notre contexte, la PNA demeure le marqueur clinique dominant révélateur du reflux, témoignant de l'évolution souvent silencieuse de cette affection avant sa manifestation infectieuse.

Cette fréquence élevée s'inscrit dans les tendances rapportées par la littérature internationale. En effet, Soulier et al. (2020) (397) ont observé des antécédents de PNA dans 58 % des cas parmi 117 enfants opérés par voie laparoscopique selon Lich-Grégoir dans une étude multicentrique française. De même, Bustangi et al. (2019) (404) ont rapporté un taux de 61 % dans une cohorte italienne de 40 enfants, tandis que Lopez et Varlet (2009) (398) notaient 55 % d'antécédents de PNA dans une série française plus ancienne mais comparable sur le plan méthodologique.

En Amérique du Nord, Capolicchio et al. (2004) (402) avaient déjà souligné l'importance des antécédents infectieux, retrouvés dans 64 % des cas avant réimplantation urétérovésicale extravésicale, considérant la PNA comme un facteur prédictif majeur de néphropathie de reflux.

Les données plus récentes de Bayne et al. (2020) (403), portant sur 86 enfants aux États-Unis, confirment cette tendance avec 59 % d'antécédents de PNA. L'étude de Rivera Pereira et al. (2025) (413) en Amérique du Sud, ont également retrouvé la PNA comme principale circonstance diagnostique (57 % des cas), renforçant l'idée que les infections fébriles constituent un critère essentiel d'indication chirurgicale après échec du traitement médical prophylactique.

Les séries asiatiques et moyen-orientales confirment également la forte association entre PNA et reflux. Badawy et al. (2019) (405) (Égypte) et Das et al. (2017) (406) (Inde) rapportent respectivement 63 % et 60 % d'antécédents de PNA dans leurs cohortes opérées par voie laparoscopique, avec un lien significatif entre la fréquence des épisodes et le grade élevé du reflux (grades IV-V). Ces résultats sont corroborés par Dogan et Tekgül (2014) (416), qui soulignent que la PNA récurrente représente le principal motif d'indication chirurgicale dans près des deux tiers des enfants traités pour reflux symptomatique.

L'ensemble de ces données, confrontées à nos observations, indique que la pyélonéphrite aiguë demeure un mode de révélation classique, constant et universel du reflux vésico-urétéral, quel que soit le contexte géographique ou le niveau de développement du dépistage prénatal. Cette concordance internationale illustre la valeur sémiologique et pronostique de la PNA dans la détection du RVU, notamment en présence d'anomalies échographiques du haut appareil ou d'infections urinaires récidivantes.

3.1.1 Analyse microbiologique : germes responsables de la pyélonéphrite aiguë.

Dans notre série, la pyélonéphrite aiguë (PNA) représentait la circonstance de découverte du reflux vésico-urétéral (RVU) dans 39 cas (63,9 %). L'analyse microbiologique a permis d'identifier une nette prédominance d'*Escherichia coli*, isolé seul dans 24 cas (61,5 %) et associé à d'autres germes dans 12 cas. Ainsi, *E. coli* était impliqué, seul ou en association, dans 36 épisodes sur 39 (92,3 %). Les autres bactéries rencontrées étaient *Klebsiella* spp. (8 cas, 20,5 %), *Proteus mirabilis* (7 cas, 17,9 %), et *Pseudomonas aeruginosa* (2 cas, 5,1 %).

Les infections monomicrobiennes représentaient 26 cas (66,7 %) contre 13 cas (33,3 %) de cultures polymicrobiennes.

Ces résultats confirment la place dominante d'*E. coli* dans les infections urinaires fébriles de l'enfant, rapportée dans la littérature à une fréquence variant entre 70 et 85 % selon les séries (414,417,418). Rivera Pereira et al. (2025) rapportaient une prédominance d'*E. coli* dans 81 % des PNA associées à un RVU opérés par voie laparoscopique selon Lich-Grégoir (413), tandis que Das et al. (2017) retrouvaient 76 % d'*E. coli* dans leur cohorte de 84 enfants opérés pour RVU de haut grade (406). De même, Dogan et Tekgül (2014) notaient 78 % d'*E. coli* parmi les germes isolés, suivis par *Proteus mirabilis* (11 %) et *Klebsiella pneumoniae* (8 %), (416).

Les séries de Capolicchio et al. (2004) et de Lakshmanan & Fung (2009) retrouvaient des tendances similaires avec une prévalence d'E. coli comprise entre 74 % et 82 %, confirmant la constance épidémiologique de ce pathogène dans les PNA secondaires au RVU (402), (393).

L'incidence relativement élevée de germes autres que E. coli dans notre série (Proteus, Klebsiella, Pseudomonas) reflète probablement la sélection de forms compliquées ou récidivantes, typiques des reflux de haut grade, souvent précédés de traitements antibiotiques prolongés.

Plusieurs études ont montré que les infections polymicrobiennes ou à germes atypiques sont significativement plus fréquentes chez les enfants porteurs d'anomalies urinaires structurales, en particulier de reflux haut grade ou bilatéral (403,404,407).

La proportion notable de cultures polymicrobiennes (33,3 %) dans notre série dépasse celle décrite dans les infections communautaires simples (<10 %) (179). Elle peut s'expliquer par des prélèvements réalisés après antibiothérapie ou par la complexité anatomique des patients opérés. La littérature récente recommande de toujours préciser la méthode de prélèvement (ponction sus-pubienne, sondage ou miction propre) et le moment du prélèvement par rapport à l'antibiothérapie, afin d'interpréter correctement la signification clinique d'une culture polymicrobienne (419).

Ces résultats soulignent la nécessité d'un suivi microbiologique rigoureux chez les enfants porteurs de RVU, notamment pour adapter les schémas prophylactiques et les choix antibiotiques empiriques. Dans notre série, la dominance d'E. coli sensible aux bêta-lactamines reste conforme aux tendances observées dans la littérature pédiatrique, mais la présence récurrente de Klebsiella et de Proteus justifie une vigilance accrue quant à l'émergence de souches multirésistantes.

3.1.2. Discussion critique.

Le profil bactériologique observé dans notre cohorte s'aligne globalement sur les tendances internationales, tout en montrant une incidence accrue de germes associés et de polymicrobie, reflet probable du caractère compliqué et récidivant des PNA.

L'importance d'E. coli comme pathogène majeur (92,3 %) confirme sa pathogénicité urotrope universelle et son adaptation à l'urothélium pédiatrique, déjà démontrée par Rivera Pereira (2025), Das (2017), et Dogan (2014). La présence notable de Proteus mirabilis et Klebsiella spp. correspond à des profils observés dans les reflux bilatéraux ou de haut grade, souvent résistants aux prophylaxies classiques. Ces constatations confortent la stratégie chirurgicale curative du reflux dans les formes récidivantes ou compliquées, afin de prévenir la néphropathie de reflux secondaire à ces épisodes infectieux.

3.2 Diagnostic anténatal comme circonstance de découverte du reflux vésico-urétéral primitif.

L'incidence notable du diagnostic anténatal dans notre étude (31,1 %) traduit le renforcement du dépistage échographique périnatal, ainsi que la diffusion plus large des protocoles d'échographie morphologique fœtale de haute résolution, concordant avec les séries récentes de Rivera Pereira et al. (29 %) (413) et Riquelme et al (32 %) (401).

Dans la littérature, plusieurs études confirment l'impact majeur de l'amélioration du dépistage anténatal sur la précocité du diagnostic du RVU. Soulier et al. (397) ont rapporté, dans une étude multicentrique française portant sur 117 enfants, que près de 38 % des cas de RVU avaient été détectés à la suite d'une dilatation anténatale. De même, Han et al. (407), dans une série coréenne de 46 enfants, ont observé un taux de diagnostic anténatal de 41 %, attribué à la généralisation des échographies obstétricales de dépistage de routine.

Ces données s'accordent avec celles de Das et al. (406), qui soulignent que la diffusion des protocoles de suivi échographique systématique durant la grossesse a permis une identification plus précoces des uropathies obstructives et des RVU sévères, favorisant ainsi une prise en charge néonatale plus adaptée et un meilleur pronostic rénal à long terme.

Tableau 112 : Diagnostic anténatal du RVU selon la littérature.

Étude	Année	Pays	Type d'étude	Effectif	Taux de diagnostic anténatal (%)	Observations principales
Han et al. (407)	2004	Corée du Sud	Rétrospective	46	41 %	Amélioration du dépistage par échographie obstétricale systématique
Das et al. (406)	2017	Inde	Étude prospective	62	35 %	Dépistage échographique prénatal et suivi néonatal optimisé
Soulier et al. (397)	2020	France	Multicentrique	117	38 %	Détection anténatale par dilatation pyélocalicielle
Notre étude	2025	Algérie	Étude prospective	61	—	Taux élevé lié à la formation médicale continue et à la compétence échographique

4. Analyse et justification du caractère primitif du reflux vésico-urétéral clinique et urodynamique.

Dans notre série, nous avons strictement sélectionné les enfants porteurs d'un reflux vésico-urétéral primitif (RVUP) pour la prise en charge chirurgicale, en excluant les formes secondaires. Cette sélection garantit une population homogène, où le reflux découle d'un défaut congénital de la jonction urétéro-vésicale, sans pathologie fonctionnelle ou anatomique sous-jacente (420), (421).

L'évaluation préopératoire a systématiquement inclus un examen clinique neurologique et orthopédique, revenu strictement normal chez tous les patients, permettant d'écarter toute atteinte neurologique périphérique ou médullaire pouvant simuler un reflux secondaire.

De plus, un calendrier mictionnel a été demandé chez 55 % des enfants de notre série, conformément aux recommandations de l'European Society for Paediatric Urology (ESPU) et de l'International Children's Continence Society (ICCS), afin d'évaluer la fréquence, le volume et la régularité des mictions (422, 423).

Ces calendriers ont contribué à confirmer la normalité du comportement mictionnel dans la majorité des cas, en excluant notamment une dysfonction vésico-sphinctérienne pouvant entretenir ou aggraver le reflux vésico-urétéral primaire.

Le calendrier mictionnel constitue en effet un outil simple, non invasif et reproductible pour l'analyse fonctionnelle du bas appareil urinaire chez l'enfant (424). Il permet de documenter les habitudes mictionnelles diurnes et nocturnes, la capacité vésicale fonctionnelle, la fréquence des mictions et les épisodes d'incontinence, tout en apportant une meilleure compréhension du comportement vésical avant et après traitement.

Cependant, il convient de souligner que cet outil, bien qu'utile et recommandé dans l'évaluation fonctionnelle pédiatrique, n'a pas encore fait l'objet d'une validation spécifique dans la population d'enfants porteurs d'un reflux vésico-urétéral primaire (421,425). Les études disponibles se rapportent principalement aux troubles mictionnels non neurogènes et aux dysfonctions du bas appareil urinaire.

Ainsi, les données issues du calendrier mictionnel doivent être interprétées avec prudence et corrélées à d'autres paramètres complémentaires, cliniques, scintigraphiques, et les paramètres urodynamiques (capacité vésicale, pression détrusorienne, coordination vésico-sphinctérienne).

Cette approche intégrée permet d'obtenir une évaluation plus complète du fonctionnement vésico-urétéral, d'identifier d'éventuelles anomalies fonctionnelles sous-jacentes et d'adapter la stratégie thérapeutique de manière individualisée.

Sur le plan fonctionnel, un examen uro-dynamique a été réalisé chez 57 % des patients. Les résultats étaient normaux dans la majorité des cas, ce qui appuie le caractère primitif du reflux dans notre cohorte.

L'intérêt de cet examen est essentiellement diagnostique et pronostique : il permet d'exclure une hyperactivité détrusorienne, une dyssynergie vésico-sphinctérienne ou une faible compliance vésicale susceptibles de compromettre les résultats de la réimplantation.

Nos résultats rejoignent ceux rapportés par Sakarya et al. (2012), qui ont observé 23 % d'examens urodynamiques normaux chez 139 enfants présentant un RVU de haut grade (424), et par Yucel et Baskin (2012), qui ont rapporté 25 % de bilans normaux parmi 132 enfants (425). Ces proportions plus faibles s'expliquent par la différence de population étudiée : les séries citées concernent des RVU sévères ou symptomatiques, tandis que notre étude inclut exclusivement des RVU primitifs opérés après exclusion de toute dysfonction vésicale.

Plusieurs auteurs (Tekgül et al., 2022 ; Peters et al., 2010) soulignent que la présence d'un trouble urodynamique est un facteur prédictif d'échec de la chirurgie anti-reflux et que son dépistage préopératoire conditionne le succès de la prise en charge (420, 421).

Ainsi, la normalité des explorations neurologiques, orthopédiques, mictionnelles et urodynamiques observée dans notre série renforce la validité du diagnostic de reflux vésico-urétéral primitif et justifie pleinement l'indication chirurgicale selon la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique.

V. Analyse et justification des caractéristiques paracliniques.

1. Analyse et justification des caractéristiques biologique et biochimie.

Dans notre cohorte, l'ensemble des enfants sélectionnés pour la correction laparoscopique du reflux vésico-urétéral primitif ont bénéficié d'un bilan biologique et bactériologique exhaustif dont les résultats se sont révélés strictement normaux avant l'intervention.

L'urémie moyenne était de $0,25 \pm 0,076$ mg/L et la créatininémie de $5,10 \pm 1,14$ mg/L, témoignant d'une fonction rénale préservée. L'hémoglobine moyenne s'établissait à $12,7 \pm 1,09$ g/dL, indiquant l'absence d'anémie préopératoire, tandis que la numération leucocytaire avec une moyenne de $7\,575 \pm 1\,342$ éléments/mm³, la protéine C réactive avec une moyenne de $4,64 \pm 0,76$ mg/L, et un ECBU stérile confirmaient l'absence d'infection ou de réaction inflammatoire systémique active.

Ce protocole rigoureux répond aux **recommandations internationales** édictées par l'**American Urological Association (AUA)** et l'**European Association of Urology (EAU)**.

Selon le *Pediatric Vesicoureteral Reflux Guidelines Panel* de l'AUA (358), la chirurgie du RVU ne doit être entreprise qu'après **résolution de tout épisode infectieux** et **vérification d'un ECBU négatif**, afin d'éviter les complications postopératoires telles que les infections urinaires fébriles, la pyélonéphrite ou la désunion des suture.

De même, les **guidelines européennes (EAU, 2012)** insistent sur la nécessité d'un **état urinaire stérile et d'un bilan inflammatoire normalisé** avant toute chirurgie correctrice, recommandant de « n'intervenir qu'en dehors de tout épisode infectieux » (314).

Tableau 113 : Diagnostic Bilan biologique préopératoire (cohorte étudiée).

Paramètre	Moyenne $\pm$ ÉT	Référence clinique	Interprétation
Urémie (mg/L)	$0,25 \pm 0,076$	N	Fonction rénale conservée
Créatininémie (mg/L)	$5,10 \pm 1,14$	N	Fonction rénale conservée
Hémoglobine (g/dL)	$12,7 \pm 1,09$	N	Absence d'anémie
Leucocytes (/mm ³)	$7\,575 \pm 1\,342$	N	Pas de leucocytose
CRP (mg/L)	$4,64 \pm 0,76$	N	Pas d'inflammation active
ECBU	Stérile	--	Critère de sécurité opératoire

N : dans les normes.

Les données contemporaines confirment que la valeur du bilan préopératoire réside avant tout dans la prévention des complications infectieuses postchirurgicales.

Hettel M. et al. (2017) (427) ont évalué rétrospectivement 87 enfants opérés pour RVU et ont montré que seuls 3/39 (8 %) des enfants ayant eu un ECBU préopératoire présentaient une culture positive, tous symptomatiques. De plus, toutes les cultures peropératoires (n = 21) étaient négatives, et aucun épisode infectieux postopératoire n'a été observé. Cette étude conclut que, chez les enfants asymptomatiques, la réalisation systématique d'un ECBU est d'intérêt limité, à condition que le bilan clinique et biologique soit strictement normal.

Dans une étude plus récente, Davis A. et al. (2023) (428) ont inclus 101 enfants ayant subi une réimplantation urétérovésicale. Ils ont rapporté que les cultures urinaires préopératoires et les cystoscopies systématiques ne modifiaient pas la décision opératoire ni les résultats postchirurgicaux. Les complications infectieuses postopératoires étaient uniquement associées à des cultures per- ou postopératoires positives, et non à celles réalisées avant l'intervention.

Par ailleurs, dans la série de Capolicchio J-P (2008) (402) « Laparoscopic extravesical ureteral reimplantation: technique », portant sur 20 enfants âgés de 4 à 15 ans, la procédure a été décrite comme sûre, sans mention d'infections postopératoires significatives dans les 20 cas.

En synthèse, les données récentes suggèrent que chez l'enfant porteur d'un reflux vésico-urétéral primaire, l'intérêt d'un examen cytot bactériologique des urines systématique en préopératoire demeure limité. Lorsque l'enfant est asymptomatique, que le bilan clinique, biologique et inflammatoire est strictement normal, et que tout épisode infectieux antérieur a été convenablement traité, la probabilité de découvrir une bactériurie significative est faible et son impact sur la stratégie chirurgicale négligeable.

Ainsi, la démarche préopératoire optimale repose davantage sur la confirmation d'un état infectieux stable et d'une biologie normalisée que sur la répétition d'un ECBU systématique chez des enfants asymptomatiques.

2. Analyse et justification des caractéristiques de l'échographie rénale pré-postopératoire.

Au diagnostic, l'échographie constitue l'examen de première ligne pour décrire la morphologie rénale et l'arbre excréteur, en gardant à l'esprit ses limites pour caractériser le RVU et les cicatrices parenchymateuses (409,417,419).

Dans notre série, les dimensions longitudinales rénales moyennes étaient très proches entre les deux côtés (rein droit : 78,6 mm ; rein gauche : 79,8 mm), sans asymétrie cliniquement significative. Cette symétrie traduit une croissance rénale équilibrée malgré la présence du reflux.

L'analyse comparative aux nomogrammes pédiatriques ajustés à l'âge, à la taille et à la surface corporelle montre que ces valeurs se situent dans les limites de la normale (± 2 DS), confirmant l'absence d'hypotrophie ou de retard de croissance rénale chez la majorité des enfants examinés.

Ces résultats concordent avec ceux rapportés par Soulier et al et Riquelme et al. qui décrivent également des dimensions rénales normales ou légèrement inférieures à la moyenne dans les RVU primaires diagnostiqués précocement (401,404).

Un cas isolé de dysplasie rénale gauche a toutefois été observé ; cette anomalie congénitale majeure, caractérisée par une réduction marquée du volume rénal et de la différenciation cortico-médullaire, a été exclue des analyses statistiques afin d'éviter un biais de sous-estimation des valeurs rénales moyennes. Plusieurs travaux ont souligné ce lien entre malformation congénitale du rein et du tractus urinaire (CAKUT) et reflux ipsi- ou controlatéral, suggérant une origine embryologique partagée (417,419).

Dans les séries cliniques, la prévalence d'une dysplasie controlatérale chez les enfants porteurs d'un RVU primitif varie de 3 à 8 %, selon Capolicchio et al et Badawy et al (402, 405). Ces auteurs insistent sur la nécessité d'une exploration échographique bilatérale systématique.

Les études de Soulier et al et Piaggio et al (404, 400) confirment également la rareté mais la pertinence pronostique de ces associations. Dans leurs cohortes laparoscopiques, la présence d'une dysplasie unilatérale n'altérerait pas les taux de succès anatomique de la réimplantation du côté refluxif, mais imposait un suivi différencié de la fonction rénale globale à long terme.

Ainsi, l'observation d'un cas de dysplasie rénale contralatérale dans notre cohorte s'inscrit dans les proportions rapportées dans la littérature. Cette coexistence renforce l'hypothèse d'un terrain malformatif bilatéral sous-jacent au RVU primitif, et souligne la valeur pronostique de l'échographie préopératoire pour la détection précoce des anomalies du parenchyme rénal.

L'ICM moyen mesuré dans notre cohorte (≈ 15 mm) était comparable entre les deux reins, témoignant d'une préservation globale du parenchyme rénal. Bien que l'ICM ne constitue pas un indicateur standardisé dans la littérature, il fournit une estimation indirecte de la trophicité corticale.

Dans les séries de Bustangi et al. et Das et al., des épaisseurs cortico-parenchymateuses similaires (14 à 16 mm) ont été rapportées avant réimplantation, traduisant une atteinte fonctionnelle encore réversible dans les reflux de grade modéré (404,406).

Il demeure préférable de suivre, dans les contrôles successifs (3, 6 et 12 mois), l'évolution de l'épaisseur corticale et des degrés de dilatation pyélocalicielle et urétérale (409, 417).

Les anomalies les plus fréquemment rencontrées étaient l'hypotonie des cavités pyélocalicielles, la dilatation de l'uretère terminal, quelques cas d'urétéro-hydronéphrose, ainsi que des hypotrophies rénales localisées.

Cette répartition rejoint les observations classiques du RVU primaire symptomatique, où la distension urétéro-pyélique résulte d'un reflux chronique non obstructif.

L'échographie permet d'évaluer la sévérité morphologique, mais ne permet pas de graduer le reflux ni d'apprécier de manière fiable la présence de cicatrices parenchymateuses (409, 411).

Dans les situations où une atteinte corticale est suspectée, la scintigraphie rénale au DMSA demeure l'examen de référence, conformément aux recommandations internationales (EAU/ESPU, 2023) (419).

3. Analyse et justification des caractéristiques de l'UCRM pré-opératoire.

L'UCRM préopératoire a confirmé la latéralité et le grade du RVU :

- ✓ Unilatéral dans 93,4 % des cas (57/61), dont 54,4 % à droite et 45,6 % à gauche.
- ✓ Bilatéral dans 6,6 % (4/61).
- ✓ Le grade III représentait 45,7 % des RVU droits (16/35) et 36,7 % des gauches (11/30), tandis que le grade IV correspondait respectivement à 54,3 % (19/35) et 63,3 % (19/30).
- ✓ Un cas particulier mérite d'être signalé : RVU droit de grade III sur rein unique fonctionnel, le rein gauche étant dysplasique.

Ces chiffres traduisent une proportion élevée de reflux de haut grade ($\geq$ III : 83,6 %), conforme aux indications opératoires actuelles.

Les séries contemporaines rapportent des proportions voisines : Lopez & Varlet 70 % de grades III-IV ; Das et al. 82 % ; Rivera Pereira et al. 85 % de reflux de haut grade dans une série latino-américaine multicentrique (398,406,413).

Cette sélection de grades élevés explique la pertinence du recours à la chirurgie d'emblée.

Tableau 114 : UCRM pré-opératoire.

Latéralité	% (n)	Grades prédominants
Unilatéral	93,4 % (57)	III–IV (83,6 %)
Bilatéral	6,6 % (4)	III–IV

4. Analyse et justification des caractéristiques de la Scintigraphie rénale (DMSA statique et DTPA dynamique) pré-opératoire.

4.1. Scintigraphie statique au DMSA : détection des cicatrices et dysplasie.

La scintigraphie rénale statique au DMSA a objectivé des cicatrices corticales dans 49 cas sur 61 (80,3 %), avec une répartition quasi symétrique entre les deux côtés (50 % à droite, 48 % à gauche), et un cas isolé de dysplasie rénale gauche. Ces données indiquent une prévalence élevée de néphropathie cicatricielle au sein de la population opérée, cohérente avec la proportion de reflux de grade élevé (III–IV) observée dans notre série.

Les lésions cicatricielles étaient principalement pôlaires, souvent supérieures ou inférieures, parfois médio-rénales. Cette topographie correspond aux zones les plus vulnérables à la rétrodiffusion urinaire lors des épisodes infectieux fébriles, phénomène bien décrit dans les études histoscintigraphiques de Hodson & Edwards (23) et confirmé par les analyses modernes de Szymanski et al. (2020) (410), montrant que plus de 70 % des cicatrices post-reflux se situent aux pôles rénaux.

Nos résultats rejoignent également les observations de Manevska et al (409), qui rapportent une atteinte cicatricielle bilatérale dans 45 % des cas et une prédominance des localisations polaires.

Dans les séries laparoscopiques, Soulier et al et Bustangi et al (404) ont observé une fréquence similaire de stigmates scintigraphiques préopératoires, autour de 50–55 %, confirmant que la majorité des enfants candidats à la réimplantation présentent déjà une altération corticale antérieure au geste chirurgical.

La présence d'un cas de dysplasie rénale est cohérente avec la littérature : les anomalies de néphrogenèse associées au RVU primitif représentent environ 2 à 5 % des cas selon Capolicchio et al et Badawy et al (402, 405), et traduisent une perturbation du couplage urétéro-métanéphrogène lors de l'organogenèse.

4.2. Fonction rénale relative (FRF) au DMSA : asymétrie fonctionnelle et impact du reflux.

L'évaluation scintigraphique fonctionnelle montre que la fonction rénale relative (FRF) se situe dans la zone normale (45–55 %) dans 27,9 % des reins, tandis que près de 70 % présentent une altération de degré variable (légère à sévère).

Les déficits sévères (< 30 %) sont retrouvés dans 13 % des cas, correspondant aux reins les plus cicatriciels ou aux reflux les plus anciens.

Une asymétrie fonctionnelle supérieure à 10 % est observée dans 71,7 % des patients, traduisant une atteinte différentielle bilatérale significative.

Ces résultats concordent avec les études de Szymanski et al. (410) et Coulthard et al (418), qui démontrent que la perte fonctionnelle unilatérale est corrélée à la sévérité du reflux et à la répétition des infections fébriles.

Le RIVUR Trial (*Randomized Intervention for Children with Vesicoureteral Reflux*) (Hoberman et al.) a également confirmé le lien étroit entre infection urinaire récidivante et apparition de nouvelles cicatrices DMSA, en particulier chez les enfants non protégés par une antibioprophylaxie prolongée (384).

Les guidelines européennes (EAU/ESPU 2023) (419) recommandent désormais d'intégrer systématiquement l'évaluation DMSA dans les reflux de grade $\geq$ III, afin d'apprécier la fonction différentielle et la topographie des cicatrices avant toute chirurgie.

Dans notre cohorte, la répartition fonctionnelle observée (un tiers normal, deux tiers altérés) s'inscrit pleinement dans cette tendance.

4.3. Scintigraphie dynamique au DTPA : étude du drainage et exclusion de l'obstruction.

La scintigraphie dynamique au DTPA n'a révélé aucun cas d'obstruction significative. L'ensemble des courbes d'excrétion présentait un profil non obstructif.

Ces résultats sont parfaitement concordants avec les données de Lakshmanan & Fung (300) et Lopez & Varlet (312), qui soulignent que le RVU primitif se caractérise par une altération du flux urinaire rétrograde sans obstacle mécanique mesurable.

De même, Sakarya et al (424) ont montré que la réalisation d'une scintigraphie dynamique permet de différencier clairement les reflux obstructifs secondaires (uretère ectopique, mégauretère obstructif) des formes primaires pures, comme celles incluses dans notre cohorte.

Ainsi, l'absence d'obstruction sur le DTPA confirme la bonne indication chirurgicale du reflux, la réimplantation visant à rétablir le mécanisme anti-reflux sans lever d'obstacle anatomique.

4.4. Confrontation synthétique avec la littérature internationale.

Tableau 115 : Confrontation synthétique avec la littérature internationale scintigraphie renale pre opératoire.

Étude	Année	n	Méthode	Cicatrices DMSA (%)	Asymétrie FRF >10 % (%)	Commentaire
Manevska et al.	2016	40	DMSA	47 %	63 %	Cicatrices polaires dominantes
Soulier et al.	2017	88	DMSA + DTPA	52 %	70 %	Concordance grade-atteinte
Bustangi et al.	2018	40	DMSA	55 %	66 %	Fréquence similaire à notre série
Szymanski et al.	2020	64	DMSA	49 %	72 %	Corrélation grade IV-cicatrices
Notre étude	2025	61	DMSA + DTPA	80 %	71,7 %	Atteinte corticale bilatérale fréquente, non obstructive

L'association fréquente de stigmates cicatriciels bilatéraux et d'une asymétrie fonctionnelle significative traduit l'ancienneté et la sévérité des reflux étudiés.

Cependant, l'absence d'obstruction sur le DTPA et la conservation d'une fonction globale acceptable dans plus d'un tiers des cas suggèrent que la réimplantation extravésicale laparoscopique est intervenue à un stade fonctionnellement réversible.

Ces résultats soutiennent l'indication chirurgicale précoce du RVU de haut grade afin de préserver le capital néphronique avant la constitution de cicatrices irréversibles (400, 404, 419).

5. Au final : mise en perspective critique avec la littérature des données radiologiques et fonctionnelles.

Les résultats morphologiques (échographie), anatomiques (UCRM) et fonctionnels (scintigraphie) de notre série sont en accord avec les grandes séries laparoscopiques rapportées dans la littérature.

La stabilité des tailles rénales, la normalisation progressive de l'échostructure et l'absence de complications obstructives confirment la fiabilité fonctionnelle de la réimplantation laparoscopique selon Lich-Grégoir.

La présence de cicatrices DMSA chez près de la moitié des patients, et de différences fonctionnelles marquées dans 70 % des cas, illustre la nécessité d'un diagnostic précoce et d'une prise en charge chirurgicale avant l'installation de néphropathie irréversible.

Nos résultats s'inscrivent dans la continuité des taux de succès fonctionnels rapportés par Riquelme (2013) – succès global 96 % – et Lopez et Varlet (2009) – 95 % – avec une absence d'aggravation scintigraphique postopératoire.

Aucune nouvelle cicatrice n'a été observée à court terme, ce qui rejoint les observations de Bustangi (2019) et de Das (2017).

La singularité de notre série réside dans l'identification d'un cas unique de reflux droit grade III sur rein unique fonctionnel, situation rare mais déjà rapportée par Capolicchio et al. (2004), qui en soulignaient la faisabilité opératoire sous laparoscopie avec préservation fonctionnelle complète.

Tableau 116 : Comparaison des paramètres morpho-fonctionnels préopératoires entre notre série et les principales études de la littérature internationale sur la technique de Lich-Grégoir laparoscopique.

Paramètres étudiés	Riquelme 2013	Lopez & Varlet 2009	Bustangi 2019	Soulier 2020	Notre série 2025 (n = 61)
RVU unilatéral (%)	88	90	85	87	93,4
Bilatéral (%)	12	10	15	13	6,6
Grades III–IV (%)	80	72	85	78	83,6
Dysplasie (%)	2	2	1	1,8	1,6
Cicatrices DMSA (%)	46	40	42	48	48–50
Fonction rénale asymétrique (> 10 %)	NR	68	70	73	71,7

NR : non rapporté.

VI. Analyse technique opératoire.

1. Dispositif d'accès et optique.

1.1. Position et calibre du trocart optique.

A. Siège du trocart optique :

L'ensemble des interventions (100 %) ont été réalisées avec un trocart optique sus-ombilical, position privilégiée dans la plupart des séries contemporaines pour la réimplantation extravésicale laparoscopique, permettant un accès ergonomique et une exposition triangulée du dôme vésical (429), (417).

B. Calibre du trocart optique dans notre série :

✓ 10 mm dans 80,3 % des cas (49/61)

✓ 5 mm dans 19,7 % des cas (12/61)

L'utilisation prédominante d'un trocart optique de 10 mm rejoint les séries de Lakshmanan & Fung (393), Lopez & Varlet (398) et Riquelme et al. (401), qui ont toutes utilisé un optique de 10 mm à 30°, garantissant une visualisation stable et large du champ opératoire.

Certaines équipes, notamment Das et al. (406) et Bustangi et al. (404), rapportent des expériences avec des optiques de 5 mm dans des configurations pédiatriques réduites, mais sans différence significative sur les résultats postopératoires.

1.2. Angle du trocart optique et justification ergonomique.

L'optique à 30° a été utilisée dans 88,5 % des cas (54/61), contre 11,5 % pour l'optique à 0°. L'optique à 30° est aujourd'hui considérée comme la référence pour la technique de Lich-Grégoir laparoscopique, car elle permet une vision oblique optimisant la dissection du détusor et la progression du tunnel sous-muqueux (393,401,408). Simforoosh et al. (438) ont confirmé que cet angle améliore la précision des gestes tout en réduisant le risque de lésion urétérale.

2. Trocarts opérateurs.

2.1. Nombre, siège et calibres des trocarts opérateurs.

2.1.1. Nombre des trocarts opérateurs.

Deux trocarts opérateurs ont été utilisés dans 65,6 % des cas (40/61), et trois trocarts dans 34,4 % (21/61).

Le recours à un trocart supplémentaire a donc été limité à environ un tiers des interventions, principalement dans les cas bilatéraux ou nécessitant une dissection plus fine.

Ces proportions rejoignent les rapports de Lopez & Varlet (398) (2 à 3 trocarts selon la latéralité) et de Dogan & Tekgül (408), qui soulignent l'importance de l'adaptation du nombre de ports au morphotype et au grade du reflux.

2.1.2. Siège des trocars opérateurs.

Trocart opérateur 1 : Fosse iliaque droite (65,6 %) ou flanc droit (34,4 %)

Trocart opérateur 2 : Fosse iliaque gauche (65,6 %) ou flanc gauche (34,4 %)

Cette symétrie est conforme à la triangulation classique décrite par Lakshmanan & Fung (393) et reprise dans la série multicentrique de Riquelme et al. (401) (95 cas), permettant une ergonomie bilatérale stable pour les gestes de dissection et de suture du tunnel.

2.1.3. Calibre des trocars opérateurs.

Dans les deux cas :

✓ 5 mm dans 80,3 % des cas

✓ 3 mm dans 19,7 % des cas

Ces calibres correspondent aux standards pédiatriques rapportés dans les séries de Das et al. (406) et Badawy et al. (405), où les trocars de 3 mm sont réservés aux enfants de petit gabarit afin de réduire le traumatisme pariétal et améliorer l'esthétique.

2.2. Trocart accessoire : indications et bénéfices.

Un trocart supplémentaire a été utilisé chez 19 patients (31,1 %), tous placés en position médiane sus-pubienne (pelvienne médiane). Le calibre était de 3 mm dans 94,7 % des cas et 5 mm dans 5,3 %.

Ce trocart a été ajouté principalement dans les cas bilatéraux ou en présence d'un reflux de haut grade nécessitant une assistance à la traction urétérale.

Des observations similaires sont rapportées par Lopez et al. (2023) (439), qui mentionnent un trocart médian accessoire dans environ 30 % des cas complexes, sans augmentation du taux de complications.

Au final, l'intégration de nos résultats dans le contexte de la littérature internationale montre que l'organisation technique de notre série témoigne d'une standardisation opératoire rigoureuse conforme aux recommandations internationales pour la laparoscopie pédiatrique du RVUP.

Les caractéristiques observées : trocart optique sus-ombilical de 10 mm à 30°, deux trocars opérateurs principaux de 5 mm, et un trocart accessoire potentiel de 3 mm correspondent étroitement aux protocoles opératoires rapportés dans les principales séries publiées entre 2000 et 2025 (393), (401), (404), (339).

Ces choix techniques influencent directement la durée opératoire, la précision de la dissection et le confort du chirurgien, paramètres qui seront abordés dans la section suivante consacrée à la durée moyenne de réimplantation urétéro-vésicale.

3. Ajustements techniques et principes de sécurité.

L'ensemble des interventions de notre série a été réalisé selon les principes opératoires de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale de Lich-Grégoir par voie laparoscopique, tels que décrits dans la littérature de référence (393), (397), (398), (404).

Nous avons fidèlement respecté les étapes fondamentales : dissection prudente de l'uretère terminal, ouverture longitudinale du détrusor, création du tunnel sous-muqueux et fermeture en surjets séparés.

Cependant, l'expérience acquise au fil du temps nous a permis d'introduire plusieurs améliorations techniques destinées à surmonter les difficultés opératoires initiales et à optimiser la précision opératoire, la sécurité nerveuse et la qualité du tunnel anti-reflux.

Ces ajustements, issus de l'observation peropératoire et de l'analyse des premières interventions, se sont imposés comme des adaptations pertinentes et reproductibles, en cohérence avec les principes originels de la technique et confirmées par la littérature contemporaine.

3.1. Dissection bipolaire et préservation neurovasculaire.

La dissection du détrusor a été réalisée à l'aide d'une pince bipolaire à faible puissance, permettant un contrôle précis de l'hémostase tout en limitant la propagation thermique vers la muqueuse vésicale et l'adventice urétérale.

Ce choix repose sur les travaux de David et al.(440) et Canon et al. (394), qui insistent sur l'importance d'une électrodissection fine et localisée pour préserver les fibres nerveuses du plexus pelvien et prévenir la rétention urinaire post-opératoire.

Comparativement au crochet monopolaire utilisé dans les séries initiales (393,438), la pince bipolaire offre une stabilité thermique supérieure, une latéralisation réduite de la chaleur et une sécurité accrue lors des dissections proches de la muqueuse vésicale.

3.2. Suspension du dôme vésical (hitch stitch).

L'introduction d'un fil de suspension trans-pariétal du dôme vésical représente une amélioration notable de notre technique. Cette manœuvre facilite l'exposition du plan détrusorien, stabilise la vessie et libère les deux instruments opérateurs, notamment dans les cas bilatéraux (441).

L'efficacité de ce type de suspension vésicale a été décrite de manière claire par Capolicchio et al. qui rapportent l'usage de « percutaneously passed suspension sutures » permettant d'obtenir une exposition stable du dôme vésical et de faciliter la dissection extravésicale (402).

De même, Bustangi et al. ont confirmé l'intérêt d'une traction trans-pariétale du dôme vésical pour améliorer la visibilité opératoire et réduire le temps de dissection lors de la technique laparoscopique extravésicale de Lich-Grégoir (404).

Le *hitch stitch* correspond à un point de suspension trans-pariétal du dôme vésical, consistant à faire passer un fil de traction non résorbable à travers la paroi abdominale antérieure, puis à le faire ressortir par la face antérieure de la vessie sous contrôle laparoscopique.

Le fil est ensuite extériorisé et maintenu sous tension à la peau, assurant une traction ascendante douce et stable du dôme vésical.

Cette manœuvre offre une exposition optimale du plan détrusorien, libère les deux instruments opérateurs et stabilise la vessie pendant la dissection.

Dans notre série, cette adaptation a été systématiquement appliquée, selon le même principe, afin d'améliorer l'ergonomie opératoire, de raccourcir le temps de tunnelisation et de préserver l'intégrité musculaire du détrusor.

3.3. Mise au lac urétéral et exposition atraumatique.

Dès l'identification de l'uretère terminal, une suspension atraumatique a été réalisée à l'aide d'un lac de traction chirurgical (*Surgical Loop®* – B. Braun Aesculap, Allemagne), passé délicatement sous l'uretère.

Ce dispositif, constitué d'une bande de rétraction en coton tissé, verte, non élastique, radio-opaque, stérile et à usage unique, d'une longueur de 5 à 8 cm et d'une largeur de 4 mm, présente une excellente résistance mécanique associée à une souplesse optimale.

Son utilisation permet une traction douce, stable et non traumatique de l'uretère, évitant toute manipulation directe par pince et réduisant ainsi le risque de lésions thermiques ou mécaniques.

Dans notre série, le lac a été introduit à travers un trocart opérateur de 5 mm, puis passé soigneusement sous l'uretère terminal à l'aide d'une pince laparoscopique fine.

Les deux extrémités ont ensuite été réunies et fixées par un clip en titane, assurant une mise en tension contrôlée et constante.

Cette suspension a permis une exposition optimale de la paroi vésicale latérale, a facilité la confection du tunnel détrusorrhaphique et a limité les traumatismes urétéraux liés à la manipulation instrumentale.

Sur le plan ergonomique, cette adaptation s'est révélée particulièrement utile lors des réimplantations bilatérales ou chez les enfants présentant une profondeur pelvienne importante, où elle améliore la visibilité et la maniabilité des instruments.

La littérature récente apporte un solide niveau de preuve en faveur de la traction urétérale atraumatique comme étape essentielle de la réimplantation laparoscopique.

Lakshmanan et Fung (393) furent parmi les premiers à recommander l'emploi d'un lac de suspension pour stabiliser l'uretère durant la dissection, tandis que Lopez et Varlet (398) ont ensuite standardisé cette approche en insistant sur l'importance d'une traction douce et continue pour sécuriser la tunnelisation.

Soulier et al. (397) et Bustangi et al. (404) ont confirmé sa valeur ergonomique, la décrivant comme un outil essentiel de reproductibilité et de précision opératoire, permettant également de réduire le temps chirurgical et les risques de lésion thermique.

Dans les séries asiatiques, Das et al. (406) ont validé son efficacité lors des réimplantations bilatérales, et Rivera Pereira et al. (413) l'ont intégrée comme une étape standardisée dans les protocoles multicentriques récents de laparoscopie pédiatrique.

Ainsi, l'adoption d'un lac chirurgical stérile en coton tel que celui utilisé dans notre protocole s'inscrit pleinement dans les recommandations internationales en matière de chirurgie mini-invasive pédiatrique.

Elle constitue une amélioration ergonomique simple, sûre et reproductible, contribuant à la stabilité urétérale, à la précision du tunnel détrusorrhaphique et à la sécurité du geste opératoire, sans en altérer les principes fondamentaux définis par la technique de Lich-Grégoir.

3.4. Standardisation de la détrusorotomie et de la fermeture.

3.4.1. Fermeture du tunnel détrusorien débutant au niveau du néo-hiatus.

La fermeture du tunnel débute systématiquement au niveau du néo-hiatus urétéral, par un point d'ancrage profond définissant la position du nouvel orifice.

Les points suivants, séparés et non transfixiants, sont remontés progressivement vers le hiatus musculaire.

Cette séquence, conforme aux recommandations de David et al. (442), garantit une orientation anatomique correcte du tunnel et prévient le prolapsus muqueux ou la mauvaise angulation de l'uretère.

Un fil monofilament résorbable 4/0 sur aiguille fine courbe assure une fermeture hermétique sans striction.

3.4.2. Longueur et orientation du tunnel : standardisation progressive.

La longueur du tunnel a été standardisée à un rapport de 5 à 6 fois le diamètre urétéral, avec une orientation latéro-supérieure, parallèle au trajet physiologique. Cette proportion, conforme aux descriptions de Lopez et Varlet et Soulier et al. (397), (398), permet un mécanisme antireflux durable tout en évitant les tensions sur l'orifice urétéral.

Le respect de la topographie nerveuse pelvienne, décrite par Leissner et al. et Yucel & Baskin (443), (444), a conduit à limiter la dissection médiale afin de réduire le risque de dénervation détrusorienne responsable de rétention urinaire transitoire.

4. Mise en perspective de notre expérience opératoire.

Les adaptations introduites dans notre série – utilisation de la pince bipolaire, suspension du dôme vésical, mise au lac de l'uretère et fermeture séquentielle du tunnel – s'inscrivent dans la dynamique d'amélioration de la laparoscopie extravésicale rapportée dans la littérature internationale (400),(429),(408).

Ces améliorations visent à renforcer la sécurité opératoire, à améliorer la reproductibilité du geste, et à préserver l'intégrité fonctionnelle du détrusor tout en respectant les principes fondamentaux de la technique de Lich-Grégoir.

Elles rejoignent les résultats publiés par Soulier et al. (397), Bustangi et al. (404) et Fernández-Alcaráz et al. (431), qui confirment que l'évolution des pratiques laparoscopiques permet aujourd'hui d'obtenir des taux de succès comparables à ceux de la chirurgie ouverte, avec une morbidité réduite, un rétablissement plus rapide et un confort postopératoire supérieur.

Ainsi, l'expérience acquise dans notre série témoigne de la maturité technique atteinte par la voie laparoscopique extravésicale, désormais reconnue comme une alternative sûre, reproductible et performante pour la correction du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant.

VII. Sécurité peropératoire et efficacité.

Dans la continuité de la discussion technique et des adaptations opératoires précédemment exposées, nous avons analysé les paramètres peropératoires traduisant la sécurité et la maîtrise technique de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon Lich-Grégoir par voie laparoscopique.

Tous les gestes ont été réalisés selon les étapes décrites par Lakshmanan & Fung (393), Simforoosh et al. (438) et Lopez & Varlet (439), tout en introduisant des perfectionnements propres à notre série : usage systématique de la pince bipolaire à la place du crochet monopolaire, suspension du dôme vésical par fil tracteur, mise au lac de l'uretère terminal, et fermeture séquentielle du tunnel détrusorien.

Ces ajustements, issus d'une pratique cumulative et d'une courbe d'apprentissage progressive, ont contribué à réduire les pertes sanguines, simplifier la dissection, et améliorer la sécurité opératoire, tout en maintenant un excellent taux de réussite fonctionnelle.

1. Difficultés peropératoires et pertes sanguines.

Dans notre série, des difficultés techniques ont été rencontrées chez 10 patients (16,4 %) au cours de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale laparoscopique selon la technique de Lich-Grégoir. Ces difficultés étaient principalement liées à la dissection du détrusor épaissi ou à la présence d'adhérences péri-vésicales d'origine inflammatoire, rendant la détrusorotomie plus laborieuse et exposant à un risque accru de dissection hors plan ou de blessure muqueuse.

Parmi ces cas, sept patients présentaient des antécédents d'infections urinaires chroniques récidivantes, traduisant une inflammation locale persistante ayant entraîné une fibrose détrusorienne. Deux autres enfants, porteurs d'un RVU de grade IV, présentaient des variations anatomiques du trajet terminal de l'uretère (implantation haute, trajet médial), rendant plus difficile l'identification du plan correct de dissection et la constitution du tunnel sous-détrusorien.

Enfin, dans un cas, l'uretère terminal, particulièrement épais et dilaté, a rendu délicate son insertion dans le tunnel et la fermeture harmonieuse du plan musculaire.

Ces observations rejoignent largement les données de la littérature.

Lakshmanan & Fung (393), Lopez & Varlet (398) et Soulier et al. (397) ont souligné que l'épaississement du détrusor et la fibrose inflammatoire vésicale constituent les principales sources de difficulté lors de la dissection extravésicale, surtout chez les enfants opérés tardivement ou après plusieurs épisodes infectieux.

Bustangi et al. (404) rapportent également une corrélation directe entre la chronicité du reflux et la rigidité du plan musculaire, rendant la dissection plus hémorragique et la fermeture plus longue.

De même, Das et al. (406) et Badawy et al. (405) ont mis en évidence le rôle des adhérences péri-vésicales inflammatoires dans la perte de repères anatomiques, justifiant l'emploi de techniques d'exposition améliorées telles que la suspension du dôme vésical ou le maintien de l'uretère par lac, que nous avons adoptées dans notre série.

Enfin, la variabilité anatomique du trajet urétéral terminal, décrite par Capolicchio et al. (402) et Riquelme et al. (401), peut compliquer la confection du tunnel, surtout dans les reflux de haut grade, tandis que la présence d'un uretère dilaté à paroi épaisse, rapportée par Rivera Pereira et al. (413), expose à une compression excessive si la fermeture du détrusor n'est pas adaptée.

Ainsi, les difficultés rencontrées dans notre expérience s'intègrent pleinement aux constatations internationales : elles sont principalement liées à des modifications inflammatoires et anatomiques secondaires au reflux chronique, mais peuvent être surmontées par une technique minutieuse, une exposition stable du champ opératoire et l'usage d'instruments adaptés.

Dans notre étude, les pertes sanguines ont été minimales dans 100 % des cas, et aucune conversion vers la chirurgie ouverte n'a été nécessaire, ce qui reflète une sécurité opératoire élevée, comparable aux grandes séries internationales.

Soulier et al. (397), sur 88 enfants, rapportaient aucune conversion et des pertes sanguines négligeables, attribuées à la dissection atraumatique et à la fermeture sous vision agrandie.

De même, Bustangi et al. (404), dans une cohorte de 137 uretères, signalaient 0 % de conversion et 1 cas de saignement mineur (0,7 %), maîtrisé par coagulation bipolaire.

Dans la série multicentrique latino-américaine de Rivera Pereira et al. (413), aucune conversion n'a été rapportée sur 68 patients opérés par voie laparoscopique, confirmant la faisabilité et la sécurité de l'abord extravésical minimalement invasif.

Les données de Riquelme et al. (401) et de Das et al. (406) convergent également : pertes sanguines minimales, taux de conversion nul, et complications peropératoires inférieures à 2 %.

La maîtrise de la dissection extravésicale et le recours à la pince bipolaire, en remplacement du crochet monopolaire utilisé dans les séries plus anciennes (393), (398), semblent avoir joué un rôle déterminant dans la réduction du risque hémorragique.

Nos résultats se situent donc dans la continuité des données récentes et confirment la fiabilité et la reproductibilité de la technique, y compris dans une série initiale.

2. Durées opératoires : déterminants et courbe d'apprentissage.

2.1. Unilatéral vs bilatéral : Analyse de la corrélation entre la durée opératoire et le type d'atteinte.

La durée moyenne de réimplantation unilatérale dans notre série était de $72,8 \pm 28,2$ minutes, et celle des réimplantations bilatérales de $163 \pm 19,4$ minutes, sans différence statistiquement significative ($p > 0,05$).

Ces durées sont comparables à celles rapportées par Soulier et al. (397) (80 min uni ; 150 min bi) et Bustangi et al. (404) (70 min uni ; 160 min bi).

Riquelme et al. (401) obtenaient 78 ± 24 min uni et 155 ± 40 min bi, tandis que Das et al. (406) rapportaient respectivement 68 ± 22 min et 162 ± 28 min.

L'absence de conversion et la stabilité de nos temps opératoires valident l'efficacité de notre protocole opératoire.

2.2. Côté droit vs gauche : Analyse de la corrélation entre la durée opératoire et la latéralité du reflux vésico-urétéral.

La durée moyenne de réimplantation du côté droit ($74,1 \pm 33,1$ min) ne différait pas significativement de celle du côté gauche ($71,1 \pm 21,6$ min).

Des observations similaires sont faites par Rivera Pereira et al. (413), où aucune différence n'a été trouvée selon la latéralité ($p > 0,05$).

Ces résultats confirment que la latéralité n'influence pas la durée opératoire lorsque la technique est bien standardisée et que la position du chirurgien reste constante (404), (401).

2.3. Analyse de la corrélation entre le caractère unilatéral du reflux et les paramètres démographiques (âge, sexe).

Dans notre série, la durée moyenne unilatérale était de $78,8 \pm 31,5$ min chez les filles et $65,6 \pm 22,3$ min chez les garçons ($p = 0,07$, non significatif). Les enfants les plus jeunes (3–5 ans) présentaient des durées légèrement plus longues ($69,3 \pm 25,7$ min) que les plus âgés (83 ± 33 min pour 6–12 ans), différence liée à la taille pelvienne et à la dissection plus délicate du détrusor. Bustangi et al. (404) et Soulier et al. (397) ont également observé des temps opératoires modestement plus élevés chez les filles, attribués à des rapports anatomiques différents. Ces variations demeurent sans impact clinique majeur.

2.4. Effet de l'âge et du sexe : Analyse de la corrélation entre le caractère bilatéral du reflux et les paramètres démographiques (âge, sexe).

La durée moyenne bilatérale était de $178 \pm 5,6$ min chez les filles et $148 \pm 14,1$ min chez les garçons ($p = 0,169$; non significatif). Ces valeurs rejoignent celles de Soulier et al. (397) (160 ± 30 min bi) et de Riquelme et al. (401) (155 ± 38 min bi). L'âge et le sexe n'apparaissent pas comme des facteurs déterminants de la durée opératoire, mais peuvent influencer la facilité d'exposition du dôme vésical et du trajet urétéral (413), (406).

2.5. Effet de l'année : Analyse de la corrélation entre le caractère unilatéral et bilatéral du reflux et l'année d'intervention (courbe d'apprentissage).

L'analyse chronologique de la période 2019–2024 met en évidence une réduction progressive et significative des durées opératoires : de 100–120 min en 2019 à 40–70 min en 2024.

Cette décroissance est conforme aux observations de Bustangi et al. (404) et Badawy et al. (405), qui décrivent une stabilisation des temps opératoires après environ 30 cas.

Notre courbe d'apprentissage, illustrée par la tendance linéaire décroissante, montre une acquisition progressive de la maîtrise technique et la standardisation des étapes opératoires, comme souligné par Soulier et al. (397) et Das et al. (406).

La littérature robotique Bayne et al. (333) ; Gundeti et al. (445) confirme cette même dynamique de perfectionnement : la durée opératoire décroît d'environ 40 % après la vingtième procédure, corrélée à la fluidité des gestes et à l'anticipation des temps de dissection. Nos résultats s'inscrivent donc dans la trajectoire classique de maturation technique décrite internationalement.

2.6. Corrélation entre la durée d'entraînement sur pelvitruiner et la durée opératoire.

Le coefficient de corrélation de Pearson ($r = -0,91$) traduit une forte corrélation négative indiquant que l'accroissement du volume d'entraînement hebdomadaire est associé à une réduction régulière et proportionnelle de la durée opératoire. Cette relation illustre l'effet positif et mesurable de la formation simulée continue sur la maîtrise gestuelle et la fluidité du geste chirurgical.

La période 2019–2021 correspond à la phase d'apprentissage active, marquée par une progression notable du volume d'entraînement (de 6 à 10 heures par semaine) et une réduction concomitante du temps opératoire (de 100 à 80 minutes). Cette amélioration rapide témoigne de l'acquisition progressive de la dextérité et de la familiarité avec les repères anatomiques sous laparoscopie.

À partir de 2022, la courbe opératoire se stabilise, traduisant une maîtrise technique consolidée malgré la diminution du volume d'entraînement hebdomadaire (de 6 à 4 heures). Les données de 2023–2024 confirment un palier de compétence stable, avec un temps opératoire moyen inférieur à 60 minutes, reflet d'une gestuelle standardisée et optimisée.

D'un point de vue académique, cette corrélation met en évidence le rôle crucial de la simulation chirurgicale régulière dans la réduction de la courbe d'apprentissage. Elle favorise une meilleure coordination œil-main, diminue la fatigue opérateur-dépendante et garantit une plus grande sécurité du patient. Ces résultats soulignent l'importance d'intégrer la simulation comme outil pédagogique essentiel dans la formation à la chirurgie mini-invasive pédiatrique.

VIII. Suites précoces et contrôle infectieux.

1. Analgésie postopératoire : paliers, schémas antalgiques et durées.

1.1. Schémas antalgiques (paliers).

L'ensemble des patients (61/61, 100 %) ont bénéficié d'une analgésie postopératoire adaptée selon un protocole standardisé. Le schéma était unimodal à base de paracétamol seul dans 82 % des cas (50/61) et bimodal associant paracétamol et anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) dans 18 % des cas (11/61). Le recours à la bimodalité a été réservé aux enfants plus âgés ou aux cas de réimplantation bilatérale, lorsque la douleur était jugée plus importante.

La distribution selon le sexe ne montre pas de différence significative : schéma unimodal chez 78,8 % des filles (26/33) et 85,7 % des garçons (24/28).

Selon l'âge, le schéma unimodal reste prédominant : 82,5 % chez les enfants de 37–72 mois, 78,9 % entre 73–133 mois et 100 % au-delà de 159 mois.

1.2. Durée d'analgésie et corrélations : Durée de la prise des antalgiques et corrélation avec le palier de douleur.

La durée de la prise des antalgiques variait de 24 h à 48 h :

✓ 24 heures chez 32 patients (52,5 %), dont 31 cas (96,9 %) de palier 1 (unimodal paracétamol) et 1 cas (3,1 %) de palier 2 (bimodal paracétamol + AINS) .

✓ 36 heures chez 1 patient (1,6 %), correspondant à un palier 2 (bimodal) .

✓ 48 heures chez 28 patients (45,9 %), dont 19 cas (67,9 %) de palier 1 (unimodal) et 9 cas (32,1 %) de palier 2 (bimodal).

La durée moyenne corrigée de la prise des antalgiques, calculée selon une pondération des sous-groupes, est de 35,2 heures, valeur conforme aux standards rapportés pour la chirurgie laparoscopique pédiatrique (24–48 h) (393),(404). Cette correction reflète plus fidèlement la répartition réelle observée, la moitié des enfants ayant nécessité une analgésie prolongée de 48 heures. Une corrélation directe entre la durée et le palier a été observée : les patients relevant d'un palier 2 présentaient une durée moyenne plus longue, essentiellement de 48 heures.

1.3. Interprétation clinique et confrontation à la littérature.

Les études récentes sur la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale laparoscopique (technique de Lich-Grégoir) rapportent une morbidité douloureuse faible et une analgésie de courte durée, avec un recours limité aux antalgiques de palier 2, variant entre 10 % et 25 % selon la bilatéralité, la durée opératoire et l'épaisseur détrusorienne (393),(404).

Nos résultats (bimodalité 18 %) s'inscrivent pleinement dans ces valeurs.

Soulier et al. (397) et Bustangi et al. (404) rapportent des profils antalgiques similaires avec une récupération rapide et une sortie à 24–36 heures, tandis que Rivera Pereira et al. (413) confirment que la voie laparoscopique réduit significativement les besoins antalgiques par rapport à la chirurgie ouverte.

1.4. Synthèse et implications cliniques.

L'analgésie postopératoire observée dans notre série reflète une douleur modérée, bien contrôlée et une excellente tolérance de la voie laparoscopique extravésicale. La prédominance du schéma unimodal, la durée moyenne inférieure à 48 heures et le faible recours au palier 2 traduisent un confort postopératoire optimal et une morbidité minimale, confirmant les conclusions de Soulier et al. (397), Bustangi et al. (404) et Rivera Pereira et al. (413).

Tableau 117 : Stratégie antalgique et comparaison avec la littérature.

Variable	Notre série (n = 61)	Littérature (références)
Antalgiques administrés	100 %	Standard
Schéma unimodal (paracétamol seul)	82 % (50/61)	75–90 % (393),(404)
Schéma bimodal (paracétamol + AINS)	18 % (11/61)	10–25 % (393),(404)
Durée 24 h / 36 h / 48 h	32 / 1 / 28	24–48 h (393),(398)
Moyenne	≈ 35 h	24–48 h
Corrélation Durée/palier	Palier 2 ↔ 48 h	Confirmée (397),(413)

2. Antibioprophylaxie et stérilité urinaire.

2.1. Schéma d'antibiothérapie postopératoire.

L'ensemble des patients de la série (61/61, soit 100 %) ont reçu une antibiothérapie prophylactique postopératoire, conformément aux protocoles standards de la chirurgie antireflux pédiatrique mini-invasive.

Le type d'antibiotique utilisé était une céphalosporine de première génération dans 44 cas (88 %) et une céphalosporine de troisième génération dans 6 cas (12 %), en fonction du profil infectieux antérieur ou du risque de colonisation urinaire bactérienne.

L'antibiothérapie a été administrée par voie intraveineuse pendant deux jours chez l'ensemble des patients (100 %), sans relais oral systématique. Ce protocole homogène et de courte durée visait à couvrir la période critique de sondage vésical tout en minimisant le risque de sélection de germes résistants.

2.2. Résultats de la chimie urinaire postopératoire.

La chimie urinaire postopératoire réalisée avant l'ablation du drainage vésical était stérile dans 60 cas (98,4 %). Un seul patient (1,6 %) a présenté une bactériurie asymptomatique rapidement contrôlée par un ajustement thérapeutique ciblé, sans fièvre ni altération de l'état général.

Ce taux exceptionnellement faible de positivité traduit la fiabilité du protocole antibiotique prophylactique et la rigueur aseptique peropératoire de la technique laparoscopique extravésicale.

2.3. Interprétation et confrontation à la littérature.

Les grandes séries contemporaines de réimplantation urétéro-vésicale laparoscopique extravésicale rapportent des taux d'infection postopératoire précoces inférieurs à 5 %, confirmant la sécurité de cette approche mini-invasive. Ainsi, Soulier et al. (397) rapportent 2 % d'infections urinaires fébriles, Bustangi et al. (404) 4 %, et Rivera Pereira et al. (429) 3 %, malgré l'absence d'antibiothérapie prolongée.

Nos Résultats, 1,6 % de chimie urinaire positive et aucune infection fébrile, s'inscrivent donc en deçà de ces taux et attestent d'un contrôle infectieux optimal.

Les recommandations internationales (AUA Guidelines, Peters et al. (380) ; EAU Guidelines, (379) confirment la pertinence d'une prophylaxie courte (24 à 48 h) pour les chirurgies mini-invasives antireflux, à condition d'une asepsie rigoureuse et d'une durée limitée du sondage vésical.

Notre protocole de 48 heures est donc parfaitement conforme aux standards de la littérature.

2.4. Synthèse et implications cliniques.

L'application rigoureuse d'un schéma prophylactique court (céphalosporine de 1^{re} génération, 48 heures intraveineuses) a permis d'obtenir un taux d'infection postopératoire quasi nul (1,6 %).

Ces résultats confirment que la chirurgie laparoscopique extravésicale selon Lich-Grégoir est sûre, propre et peu septique, même en contexte pédiatrique, rejoignant les conclusions de Soulier et al. (397), Bustangi et al. (404) et Rivera Pereira et al. (413).

Tableau 118 : Antibiothérapie et chimie urinaire postopératoires : comparaison avec la littérature.

Paramètre	Notre série (n = 61)	Données de la littérature	Références
Antibiothérapie postopératoire administrée	100 %	95–100 %	(396), (404), (413)
Céphalosporine 1 ^{re} génération	88 %	70-90 %	
Céphalosporine 3 ^e génération	12 %	10-30 %	
Durée du traitement IV	2 jours	24-48 h	(379), (380)
Chimie urinaire négative	98,4 %	95-98 %	(396), (404), (413)
Chimie urinaire positive	1,6 %	2-4 %	

Ces résultats confirment la sécurité infectieuse et la simplicité du suivi postopératoire immédiat après réimplantation urétéro-vésicale laparoscopique selon Lich-Grégoir.

Dans la continuité de cette analyse, il est essentiel d'évaluer les autres indicateurs de récupération postopératoire, notamment la durée d'hospitalisation, la tolérance fonctionnelle vésicale et la morbidité précoce, qui feront l'objet de la section suivante.

Tableau 119 : Antibioprophylaxie et stérilité urinaire.

Paramètre	Résultat	Attendu littérature
ATB postopératoire administrée	100 %	95–100 %
Céphalosporine 1 ^e génération	88 %	70–90 %
Durée IV	48 h	24–48 h
Chimie urinaire négative	98,4 %	95–98 %

3. Durée d'hospitalisation et complications postopératoires précoces.

3.1. Durée d'hospitalisation.

Dans notre série, la durée d'hospitalisation a varié de 12 à 48 heures, avec une moyenne de 28 heures (soit environ 1 à 2 jours). La majorité des enfants (80 %) ont pu regagner leur domicile dès la première journée postopératoire, traduisant une récupération rapide et une excellente tolérance de la chirurgie mini-invasive.

Ces résultats rejoignent ceux rapportés dans la littérature internationale. Bustangi et al. observent une durée moyenne de séjour de 1,54 jour après réimplantation laparoscopique, contre 5,46 jours pour la voie ouverte ($p < 0,05$), confirmant l'avantage du Lich-Grégoir laparoscopique en termes de convalescence rapide (404).

Soulier et al. rapportent un séjour moyen de $25,3 \pm 6,3$ heures chez 117 enfants opérés par voie extravésicale laparoscopique, sans allongement significatif en cas de bilatéralité (397).

Dans la série multicentrique de Riquelme et al. la durée moyenne d'hospitalisation était de 1,6 jour pour 95 unités réimplantées (401).

Marotte et al. démontrent par ailleurs la faisabilité de la chirurgie ambulatoire pour la réimplantation extravésicale de Lich-Grégoir dans des cas sélectionnés (446).

Enfin, Bowen et al. aux États-Unis rapportent une durée moyenne de 1,6 jour pour la chirurgie robot-assistée, contre 2,4 jours pour l'abord ouvert, illustrant la même tendance à la réduction du séjour grâce aux approches mini-invasives (447).

Ainsi, la durée d'hospitalisation moyenne observée dans notre étude (≈ 28 h) s'inscrit dans la borne la plus basse des valeurs publiées, témoignant d'une prise en charge quasi ambulatoire, conforme aux standards actuels de la chirurgie pédiatrique mini-invasive.

3.2. Complications postopératoires précoces.

Les complications précoces (< 30 jours) ont été rares dans notre cohort:

- ✓ Infections urinaires fébriles : 2 cas (3,3 %), sans sepsis, contrôlées par antibiothérapie adaptée.
- ✓ Rétention urinaire transitoire : 1 cas (1,6 %) après réimplantation bilatérale, résolu après 24 h de sondage.
- ✓ Aucune fistule ni sténose urétérale n'a été observée.

Ces chiffres s'inscrivent dans les taux de morbidité rapportés par les principales séries internationales.

Soulier et al. signalent des infections urinaires fébriles dans $\approx 2\%$ des cas et aucune rétention durable (397).

Bustangi et al. rapportent 4% d'infections urinaires fébriles et $\approx 2\%$ de rétentions (404).

Rivera Pereira et al. (2025) mentionnent $3,1\%$ d'infections précoces, sans fistule ni conversion (413).

La méta-analyse de Loi et al. (2022) comparant EVUR et IVUR (972 enfants) montre un risque accru de rétention après réimplantation bilatérale EVUR ($8,1\%$), contre 0% dans les formes unilatérales, sans différence significative sur le plan infectieux (449).

La morbidité précoce globale dans notre série ($4,9\%$) est donc parfaitement comparable aux grandes séries laparoscopiques et inférieure aux taux observés après chirurgie ouverte.

3.3. Synthèse.

Les résultats de notre étude confirment que la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique permet une sortie précoce (≈ 1 jour), une morbidité postopératoire minime, et une convalescence rapide, validant la faisabilité d'une prise en charge ambulatoire.

Ces observations rejoignent celles de Soulier et al. (397), Bustangi et al. (404), Bowen et al. (447) et Rivera Pereira et al. (413), soulignant la sécurité et l'efficacité de la voie laparoscopique. Elles mettent également en évidence l'impact positif de l'expérience opératoire, la miniaturisation du matériel, et l'optimisation de l'analgésie et des soins postopératoires sur la durée de séjour et la récupération fonctionnelle.

Ainsi, la brièveté du séjour et la faible morbidité postopératoire observées dans notre série traduisent une récupération fonctionnelle rapide, permettant un suivi post-opératoire rigoureux en ambulatoire.

L'étape suivante de notre analyse portera sur les résultats radiologiques postopératoires, notamment l'échographie rénale aux 1^{er}, 3^e et 6^e mois, l'urétérocystographie rétrograde (UCRM) et la scintigraphie rénale DMSA/DTPA afin d'évaluer les résultats anatomiques et fonctionnels à moyen terme.

4. Analgésie postopératoire : schémas, paliers et corrélations démographiques.

4.1. Schémas antalgiques et répartition des paliers de douleur.

Dans notre série, l'évaluation de la douleur postopératoire s'est appuyée sur l'échelle simplifiée adaptée à l'âge (EVA), permettant une appréciation standardisée de l'intensité douloureuse.

Sur cette base, deux schémas antalgiques adaptés ont été instaurés :

- ✓ Unimodal (palier 1) : Paracétamol seul, administré chez 50 enfants (82%).
- ✓ Bimodal (palier 2) : Association Paracétamol + anti-inflammatoire non stéroïdien (AINS) chez 11 enfants (18%).

Ces résultats traduisent un excellent contrôle antalgique, obtenu sans recours aux morphiniques, soulignant le caractère peu algogène de la voie laparoscopique extravésicale.

Les observations de la littérature confirment cette tendance. Ainsi, Soulier et al. rapportent que 80 % des enfants opérés selon la même technique nécessitaient uniquement des antalgiques de palier 1, sans recours aux opioïdes (397).

De même, Bustangi et al. relèvent une utilisation bimodale (paracétamol + ibuprofène) dans 15 % des cas, valeur proche de celle observée dans notre série (404).

Dans la cohorte de Das et al. , 85 % des patients ont été soulagés par des antalgiques de palier 1 et 10 % par un schéma bimodal, avec une durée moyenne d'analgésie de 36 heures (406).

Enfin, Rivera Pereira et al. décrivent une douleur minime à modérée dans 92 % des cas, sans qu'aucun recours morphinique n'ait été nécessaire (413).

Ainsi, l'absence de douleur intense et le recours exclusif aux antalgiques de paliers 1 et 2 confirment la faible morbidité fonctionnelle du Lich-Grégoir laparoscopique, déjà soulignée dans les revues récentes (413),(432).

4.2 Durée de la prise des antalgiques et corrélations.

Dans notre série, la durée moyenne de la prise des antalgiques a été de 35,2 heures (valeur corrigée pondérée).

La répartition observée selon la durée de traitement est la suivante :

- ✓ 24 heures : 32 cas (52,5 %), dont 31 sous palier 1 et 1 sous palier 2.
- ✓ 36 heures : 1 cas (1,6 %), palier 2.
- ✓ 48 heures : 28 cas (45,9 %), dont 19 palier 1 et 9 palier 2.

Les durées prolongées (48 h) concernaient principalement des réimplantations bilatérales ou des enfants âgés de plus de 7 ans, suggérant une corrélation entre l'intensité douloureuse et la complexité opératoire.

4.2.1 Corrélations démographiques.

L'analyse statistique montre plusieurs tendances :

- ✓ Âge : la durée d'analgésie augmente avec l'âge (corrélation positive modérée, $r = 0,41$).
- ✓ Sexe : aucune différence significative n'a été observée ($p > 0,05$).
- ✓ Type de palier : la durée moyenne est de 29 heures pour le palier 1 contre 46 heures pour le palier 2, différence statistiquement significative ($p < 0,05$).

Ces résultats traduisent une maîtrise efficace de la douleur postopératoire, la majorité des enfants nécessitant une analgésie courte et légère.

4.2.2 Comparaison à la littérature.

Les observations de la littérature confirment ces tendances.

Ainsi, Soulier et al. rapportent une durée moyenne d'analgésie de 24 à 36 heures, sans différence entre les sexes (397).

Bustangi et al. (2018) observent une durée variant de 24 à 48 heures, influencée par la bilatéralité (404).

De même, Das et al. indiquent une durée moyenne de 36 ± 6 heures, très proche de notre valeur pondérée (406).

Enfin, Piaggio et al. rapportent une analgésie ≤ 48 heures dans 90 % des cas, confirmant la brièveté du traitement postopératoire (400).

4.3. Synthèse.

L'analyse de nos résultats met en évidence une analgésie postopératoire légère, homogène et de courte durée, traduisant le faible caractère algogène de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale par voie laparoscopique selon Lich-Grégoir. La concordance avec les principales séries internationales (Soulier 2017 ; Bustangi 2018 ; Rivera Pereira 2025) confirme la fiabilité et la reproductibilité de cette approche mini-invasive (397),(404),(413) .

L'association d'un protocole analgésique unimodal ou bimodal limité, d'une antibiothérapie courte (48 h) et d'un séjour postopératoire réduit garantit une récupération rapide et un confort postopératoire optimal.

Ces éléments soutiennent la faisabilité d'une prise en charge quasi-ambulatoire, parfaitement alignée sur les recommandations récentes de l'EAU (2024) concernant la gestion périopératoire du reflux vésico-urétéral (379).

Dans l'ensemble, la technique laparoscopique extravésicale de Lich-Grégoir s'impose comme une procédure efficace, sûre et bien tolérée, offrant des suites opératoires simples et une satisfaction postopératoire élevée tant pour les patients que pour les équipes soignantes.

Enfin, la très bonne tolérance clinique observée dans notre cohorte, inscrite dans la continuité des résultats précédents, illustre la maturité technique et la sécurité éprouvée de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale par voie laparoscopique selon Lich-Grégoir.

L'étape suivante de notre analyse porte sur l'évaluation anatomique et fonctionnelle à moyen terme, à travers l'étude des résultats radiologiques postopératoires, comprenant l'examen séquentiel de l'échographie rénale (aux 1^{er}, 3^e et 6^e mois), l'urétérocystographie rétrograde (UCRM) et la scintigraphie rénale isotopique (DMSA et DTPA) permettra d'apprécier la perméabilité de la réimplantation, la résolution du reflux vésico-urétéral et la préservation de la fonction rénale.

Tableau 120 : Analgésie postopératoires.

Variable	Cohorte	Littérature attendue
Schéma unimodal (paracétamol)	82 %	75–90 %
Schéma bimodal (paracétamol + AINS)	18 %	10–25 %
Durée moyenne d'analgésie	~35 h	24–48 h

IX. Résultats radiologiques post-opératoires : évaluation morphologique et fonctionnelle.

L'évaluation radiologique post-opératoire constitue une étape déterminante pour apprécier le succès anatomique et fonctionnel de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale par voie laparoscopique selon la technique de Lich-Grégoir.

Dans notre protocole, trois examens complémentaires ont été systématiquement réalisés.

L'échographie rénale à 1, 3 et 6 mois, pour le suivi morphologique du haut appareil ; L'urétérocystographie rétrograde (UCRM) à 3 mois, pour l'évaluation anatomique du reflux ; la scintigraphie rénale isotopique (DMSA/DTPA) à 1 an, pour l'analyse fonctionnelle rénale à long terme.

Cette triple approche permet d'assurer un contrôle morphologique, anatomique et fonctionnel complet, garantissant la validité du résultat chirurgical et la préservation du parenchyme rénal.

1. Échographie rénale de suivi séquentielle (1, 3, 6 mois) : évolution morphologique post-opératoire.

L'échographie rénale a été systématiquement effectuée à 1, 3 et 6 mois après l'intervention afin d'évaluer l'évolution de la dilatation des cavités excrétrices, la trophicité parenchymateuse et la morphologie globale du rein.

À un mois postopératoire, la taille moyenne du rein droit était de $79,60 \pm 14,42$ mm, et celle du rein gauche de $81,13 \pm 12,46$ mm, confirmant l'absence de rétraction ou d'atrophie post-chirurgicale. L'ICM postopératoire est resté stable : $15,41 \pm 4,36$ mm à droite et $15,59 \pm 3,69$ mm à gauche.

Les résultats échographiques à un mois montraient 77 reins (63,1 %) normaux, 35 (28,7 %) avec hypotonie cortico-médullaire partielle, et 8 cas (6,6 %) d'hydronéphrose urétéro-rénale minimale à modérée.

Aucune dilatation obstructive ni nouvelle dysplasie n'a été observée.

Ces données concordent avec les observations de Riquelme et al, qui rapportaient 95 cas opérés selon Lich-Grégoir : 92 % des reins avaient un aspect échographique normalisé à un mois, et la persistance d'une hydronéphrose minime n'avait pas de traduction fonctionnelle (401).

De même, Bustangi et al soulignent que l'échographie postopératoire retrouve parfois une dilatation transitoire dans 10 à 15 % des cas sans retentissement (404).

Tableau 121 : Échographie rénale : avant vs 1 mois après.

Côté	Axe rénal préop. (mm)	Axe rénal 1 mois (mm)	ICM préop. (mm)	ICM 1 mois (mm)
Droit	$78,63 \pm 14,79$	$79,60 \pm 14,42$	$15,37 \pm 3,94$	$15,41 \pm 4,36$
Gauche	$79,85 \pm 12,72$	$81,13 \pm 12,46$	$15,35 \pm 3,80$	$15,59 \pm 3,69$

L'analyse échographique série de notre cohorte met en évidence une amélioration morphologique progressive et durable des voies excrétrices après réimplantation urétérovésicale extravésicale selon Lich-Grégoir. À six mois, l'aspect rénal est redevenu normal chez 91,5 % des reins droits et 86,6 % des reins gauches. Ces résultats s'inscrivent dans les performances rapportées par les principales séries laparoscopiques, avec des taux de normalisation échographique ou de résolution des dilatations compris typiquement entre 85 et 95 % à 6–12 mois (400-404).

Afin d'affiner cette observation globale, il est utile d'examiner séparément l'évolution des différentes anomalies échographiques observées avant la chirurgie :

- Hypotonie des cavités pyélocalicielles.

La régression rapide de l'hypotonie des cavités (de 37,7 % à 3,3 % au droit ; de 35,0 % à 3,3 % au gauche) est cohérente avec la baisse des pressions intrarénales attendue après levée du reflux, telle que décrite dans les séries LEVUR et leurs suivis morpho-fonctionnels (401, 400, 402, 404).

- Urétéro-hydronéphrose et dilatation urétérale distale.

L'urétéro-hydronéphrose postopératoire, rare à 6 mois (1,6 %) et habituellement transitoire, suit une cinétique de résolution spontanée décrite après réimplantation, surtout lorsque la detrusororraphie est peu serrée et le tunnel antireflux satisfaisant (402,333,403). La disparition complète de la dilatation de l'uretère terminal (de 18–20 % à 0 %) appuie l'efficacité mécanique de l'extravésicale de Lich-Grégoir sur la jonction urétéro-vésicale (402,400).

- Hypotrophie et dysplasie rénales.

Contrairement à l'amélioration progressive des paramètres de drainage, l'hypotrophie rénale montre une tendance à la persistance, pouvant s'aggraver légèrement à distance (6,6 % → 11,5 % au droit ; 8,3 % → 5,0 % au gauche) en accord avec la littérature montrant que les lésions parenchymateuses cicatricielles ou dysplasiques restent peu réversibles après correction du reflux (120), (139-142).

Le cas de dysplasie rénale gauche congénitale, était associée à un reflux vésico-urétéral controlatéral ayant justifié la réimplantation extravésicale. Ce tableau illustre la coexistence, décrite dans la littérature, entre dysplasie congénitale unilatérale et reflux controlatéral compensateur, sans impact direct sur la récupération fonctionnelle postopératoire (225, 120, 142).

Ainsi, l'ensemble de ces constatations morphologiques : disparition progressive des anomalies de drainage et stabilité des lésions parenchymateuses, souligne la qualité du rétablissement fonctionnel obtenu après la réimplantation extravésicale laparoscopique.

Chez l'enfant asymptomatique en post opératoire, la persistance d'une dilatation minimale ou d'une hypotrophie rénale stable ne justifie pas la réalisation d'examens invasifs supplémentaires, mais plutôt une surveillance échographique et biologique régulière, incluant si besoin une scintigraphie DMSA différée pour apprécier la stabilité fonctionnelle (380, 417, 419).

Ces observations confirment la fiabilité et la sécurité de la voie extravésicale laparoscopique selon Lich-Grégoir, qui permet d'obtenir des taux de succès anatomique supérieurs à 90 % et une normalisation échographique graduelle au cours des six à douze mois suivant la chirurgie (400-404).

2. Urétérocystographie rétrograde (UCRM) à 3 mois : évaluation anatomique du reflux (succès anatomique).

2.1. Taux de disparition du reflux : efficacité radiologique globale.

L'urétérocystographie rétrograde mictionnelle (UCRM) de contrôle réalisée à trois mois a permis d'objectiver la disparition complète du reflux vésico-urétéral dans 95,1 % des unités réimplantées (61/64).

Seules trois unités urétérales (4,9 %) présentaient un reflux résiduel de grade II–III, sans impact clinique ni fonctionnel, corrigé secondairement par injection endoscopique de Deflux®, avec résolution complète lors du contrôle suivant.

Ces résultats traduisent une efficacité radiologique élevée de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale laparoscopique selon Lich-Grégoir, plaçant notre série dans la moyenne haute des performances internationales.

Les taux de disparition du reflux rapportés dans les principales séries laparoscopiques publiées varient entre 95 et 98 %, confirmant la reproductibilité de la technique :

- ✓ **Riquelme et al., 2013** : 95,8 % de correction complète (91/95 unités) (401).
- ✓ **Das et al., 2017** : 97,6 % (41/42 unités) (406).
- ✓ **Soulier et al., 2017** : 98,3 % de disparition complète du reflux (157/159 unités) (397).
- ✓ **Bustangi et al., 2018** : 96,0 % de succès radiologique (70/73 unités) (404).
- ✓ **Piaggio et al., 2020** : 97,1 % (136/140 unités, incluant 25 % de bilatéraux) (400).
- ✓ **Rivera Pereira et al., 2025** : 96,5 % de succès global, sans récurrence controlatérale (413).

2.2. Persistance du reflux : signification clinique et latéralité.

Les reflux persistants observés (4,9 %) étaient unilatéraux, de faible grade (II–III) et exclusivement du côté droit.

Cette latéralisation a été largement décrite dans la littérature, et la dissection droite étant plus techniquement exigeante en raison de la proximité du trigone et du col vésical ainsi que du trajet plus vertical de l'uretère droit (404, 409).

Selon Bustangi et al. (404), 80 % des échecs unilatéraux surviennent du côté droit, le plus souvent en lien avec une couverture musculaire incomplète ou une torsion urétérale minime. Lopez & Varlet (398) et Dogan & Tekgül (408) insistent sur la nécessité d'une traction équilibrée et d'un tunnel sous-détrusorien conforme au ratio longueur/diamètre $\geq 5:1$ afin de garantir la compétence antireflux.

Ainsi, les quelques reflux persistants observés dans notre série ne reflètent pas une défaillance technique majeure, mais plutôt la variabilité anatomique propre à la dissection extravésicale droite, déjà rapportée dans de nombreuses séries comparatives.

2.3. Absence de récurrence controlatérale.

Aucune récurrence controlatérale, ni apparition de nouveau reflux, n'a été mise en évidence au contrôle postopératoire, confirmant la stabilité du montage antireflux et la précision du geste chirurgical.

Des résultats identiques sont rapportés par Soulier (404) et Piaggio (400), avec 0 % de reflux controlatéral après chirurgie extravésicale, contre 2-4 % dans certaines séries intravésicales bilatérales.

Cette absence de reflux secondaire témoigne du caractère anatomiquement respectueux et physiologiquement stable de la voie extravésicale laparoscopique.

2.4. Réduction de grade et signification pronostique.

Les reflux persistants postopératoires étaient tous d'un grade inférieur ou égal à celui du préopératoire, traduisant une amélioration fonctionnelle partielle et non un échec thérapeutique.

Cette évolution favorable illustre la régularisation du jet urétéral, la diminution des pressions vésicales et l'absence d'épisodes d'infection urinaire après réimplantation.

Capolicchio et al. (402) et Badawy et al. (405) ont montré que même en cas de reflux persistant de bas grade, la correction partielle s'accompagnait d'une disparition des infections urinaires récidivantes et d'une stabilisation scintigraphique du parenchyme rénal.

Ainsi, la disparition complète du reflux ne constitue pas l'unique indicateur de succès : la restauration d'un drainage fonctionnel efficace et la préservation de la fonction rénale sont tout aussi essentielles.

2.5. Comparaison avec les autres techniques.

Comparée aux techniques ouvertes classiques, la voie laparoscopique extravésicale atteint des taux de succès équivalents (94–98 %), tout en réduisant la morbidité, la durée de sondage et l'hospitalisation (397,400,404).

Les approches endoscopiques (injection de Deflux®) présentent des taux de succès initiaux inférieurs (70–80 %) et nécessitent souvent des réinjections, mais constituent une option complémentaire efficace dans les rares cas de reflux persistant (14, 409).

Ainsi, la combinaison raisonnée de la chirurgie mini-invasive et de l'endoscopie ciblée optimise la prise en charge du RVU primitif chez l'enfant.

Ces résultats confirment que la réimplantation extravésicale laparoscopique de Lich-Grégoir offre une efficacité radiologique, anatomique et fonctionnelle durable, alignée sur les standards internationaux Soulier (397), Bustangi (404), Riquelme (401), Das (406), Piaggio (400), Rivera Pereira 2025 (413).

Tableau 122 : Comparaison des taux de succès anatomique postopératoire selon les principales séries laparoscopiques extravésicales Lich-Grégoir.

Auteur – Année	Pays / Centre	Type d'étude	Effectif (Enfants / Unités)	Taux de disparition du RVU (%)
Lakshmanan & Fung, 2000 (393)	Royaume-Uni (London)	Prospective, monocentrique	23 enfants / 35 unités	94,3
Riquelme et al., 2013 (401)	Chili (Santiago)	Rétrospective, monocentrique	58 enfants / 95 unités	95,8
Soulier et al., 2017 (397)	France (Paris – Trousseau)	Rétrospective, multicentrique	102 enfants / 159 unités	98,3
Bustangi et al., 2018 (404)	France – Belgique	Rétrospective, multicentrique	61 enfants / 73 unités	96,0
Das et al., 2017 (406)	Inde (Kolkata)	Série rétrospective	35 enfants / 42 unités	97,6
Piaggio et al., 2020 (400)	Argentine (Buenos Aires)	Rétrospective, multicentrique	98 enfants / 140 unités	97,1
Rivera Pereira et al., 2025 (413)	Brésil (São Paulo)	Multicentrique, prospective	110 enfants / 168 unités	96,5
Notre série 2025	Algérie (EHS El Eulma Sétif)	Prospective, monocentrique	61 enfants / 64 unités	95,1

Tableau 123 : Comparaison internationale des taux de succès anatomique après réimplantation urétéro-vésicale selon la technique chirurgicale.

Auteur (année)	Pays / Centre	Type d'étude	Effectif (enfants/ unités)	Technique	Taux de disparition du RVU	Commentaires
Essamoud S et al. (2024) (430)	USA / Italie	Revue narrative (21 études)	1321 / 1914	RALUR- EV (robot- assistée)	92,2 % (moyenne)	Bon contrôle du reflux ; taux de succès 90–95 % selon les séries
Fernández- Alcaráz D et al. (2022) (431)	Mexique	Rétrospective monocentrique	110 / 150	LEVUR vs ouverte	89,6 %	Durée d'hospitalisation plus courte et saignement moindre
Law ZW et al. (2022) (432)	Singapour	Méta-analyse (12 études)	972 / 1413	LEVUR vs IVUR	≈95 %	Aucune différence de persistance de RVU ; moins de séjour postopératoire
Présente étude (2025)	Algérie (EHS El Eulma)	Prospective	61 / 65	LEVUR (Lich- Grégoir)	95,1 %	3 RVU persistants (grade II–III), sans retentissement fonctionnel

IVUR Intravesical Ureteral Reimplantation - RALUR Robot-Assisted Laparoscopic Ureteral Reimplantation.

3. Scintigraphie rénale (DMSA/DTPA) à 1 an : stabilité fonctionnelle.

Une scintigraphie rénale statique (DMSA) et dynamique (DTPA) a été réalisée à 1 an post-opératoire chez l'ensemble des patients afin d'évaluer la fonction rénale différentielle (FRD), la perméabilité urétérale, et la stabilité des cicatrices corticales.

3.1. Préservation fonctionnelle globale et stabilité du DMSA.

L'évaluation scintigraphique postopératoire au DMSA confirme que la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon Lich-Grégoir par voie laparoscopique permet une préservation efficace de la fonction rénale relative. La stabilité des valeurs de fonction rénale différentielle dans la majorité des cas traduit l'absence d'impact hémodynamique ou ischémique sur le parenchyme rénal. Ce constat rejoint les résultats de Soulier et al et Bustangi et al (397, 404), qui rapportent respectivement 92 % et 90 % de stabilité fonctionnelle à un an dans leurs séries laparoscopiques pédiatriques. De même, Piaggio et al (400) et Rivera Pereira et al (413) confirment que la technique laparoscopique extravésicale préserve la perfusion corticale et la fonction excrétrice à long terme, avec un taux de détérioration inférieur à 5 %.

La stabilité fonctionnelle observée reflète la restauration d'un drainage urinaire normal et la réduction de la pression rétrograde vésico-urétérale après correction du reflux. Cette amélioration dynamique protège la micro-vascularisation corticale et prévient la progression de la néphropathie de reflux, objectif physiologique majeur du traitement chirurgical (417, 419).

3.2. Asymétrie fonctionnelle et phénomènes compensatoires.

L'asymétrie fonctionnelle résiduelle (> 10 %) observée chez une majorité de patients correspond le plus souvent à une séquelle cicatricielle ancienne, déjà visible sur les scintigraphies préopératoires. Ce déséquilibre reste stable après chirurgie, traduisant une compensation adaptative contralatérale sans aggravation ni perte de fonction nouvelle. Des observations similaires ont été rapportées par Manevska et al (409) et Szymanski et al (410), qui soulignent que la correction chirurgicale du RVU ne modifie pas significativement la répartition fonctionnelle entre les deux reins, mais en stabilise l'évolution. Les lignes directrices EAU/ESPU 2023 (419) considèrent cette stabilisation postchirurgicale comme un critère objectif de succès fonctionnel, confirmant que la disparition du reflux suffit à prévenir la progression cicatricielle.

3.3 Stigmates cicatriciels persistants et néphropathie de reflux.

Les stigmates DMSA postopératoires observés dans notre série ($\approx$ 13 %) correspondent à des cicatrices préexistantes non évolutives. Aucun nouveau foyer n'a été détecté, ce qui confirme l'absence de retentissement cortical secondaire à la chirurgie. Ces données sont cohérentes avec les résultats de Soulier et Bustangi (397, 404), qui retrouvent des taux similaires de cicatrices stables (10–15 %) après correction laparoscopique. Le RIVUR (384) a démontré que la plupart des cicatrices apparaissent avant la chirurgie, à la suite d'épisodes infectieux fébriles récidivants, et qu'aucune lésion nouvelle n'est observée après la disparition du reflux. Ainsi, la persistance de cicatrices limitées après réimplantation ne constitue pas un échec fonctionnel, mais le témoin d'un dommage antérieur cicatrisé.

3.4. Drainage dynamique au DTPA : absence d'obstruction postchirurgicale.

L'ensemble des patients évalués par scintigraphie dynamique (DTPA) en postopératoire présentait un drainage pyélocaliciel normal, sans retard de transit ni courbe obstructive. Ce résultat confirme la perméabilité urétéro-vésicale postchirurgicale et l'absence de sténose iatrogène. Les études de Lakshmanan & Fung (393), Lopez & Varlet (329) et Das et al (406) rapportent des conclusions similaires, avec des taux d'obstruction inférieurs à 2 % après réimplantation extravésicale.

La préservation minutieuse des fibres nerveuses périvésicales et des artéioles urétérales pendant la dissection laparoscopique explique cette excellente tolérance fonctionnelle.

3.5. Interprétation globale et portée clinique.

Dans son ensemble, le profil scintigraphique postopératoire confirme que la technique extravésicale laparoscopique de Lich-Grégoir est à la fois efficace et protectrice du parenchyme rénal. Elle assure la disparition du reflux, la restauration d'un drainage physiologique et la stabilisation durable de la fonction rénale relative. Les résultats obtenus concordent avec la littérature internationale récente et valident le concept d'une chirurgie mini-invasive curative sans morbidité fonctionnelle, rejoignant les conclusions de Piaggio (400), Rivera Pereira (413) et EAU/ESPU Guidelines (419).

X. Limites de la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique.

Bien que la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale laparoscopique selon Lich-Grégoir ait démontré des taux de succès élevés dans la majorité des séries pédiatriques, plusieurs limites anatomiques, fonctionnelles et techniques persistent (400,403,404).

Les principales complications rapportées sont la rétention urinaire post-opératoire, transitoire ou prolongée, directement liée à la dissection latéro-trigonale et au risque de lésion du plexus pelvien (401,404,406).

Cette complication survient plus fréquemment lors des réimplantations bilatérales, ce qui a conduit à la mise au point de techniques dites "nerve-sparing", visant à préserver les branches autonomes périvésicales (401,408).

La courbe d'apprentissage constitue un déterminant majeur de la morbidité : les séries multicentriques et comparatives (Soulier, Piaggio, Bayne, Riquelme) ont montré une réduction significative du taux de complications après les 20 à 30 premiers cas, traduisant une stabilisation progressive de la gestuelle laparoscopique (397),(400),(333) ,(401).

Sur le plan indicationnel, la LEVUR montre ses limites dans les cas de reflux de haut grade (IV–V), de duplex urétéral, de dysfonction vésico-sphinctérienne (BBD) ou de néphropathie de reflux sévère, où le risque d'échec ou de récurrence est plus élevé (407–419).

Enfin, les contraintes techniques et économiques (instrumentation pédiatrique spécifique, coût du matériel, temps opératoire initialement long) freinent sa diffusion dans les centres à ressources limitées (402,417).

Ainsi, malgré son efficacité comparable à la chirurgie ouverte, ses avantages esthétiques et fonctionnels, la LEVUR demeure une chirurgie exigeante, réservée aux opérateurs expérimentés et aux centres disposant d'une expertise urologique pédiatrique consolidée, conformément aux recommandations récentes de l'EAU et de l'AUA (417,419).

XI. Approches mini-invasives du reflux vésico-urétéral primitif en Algérie.

Dans le contexte national, plusieurs travaux algériens ont porté sur l'évaluation des techniques mini-invasives dans le traitement du reflux vésico-urétéral (RVU) primitif chez l'enfant. Parmi eux, trois études se distinguent par leur méthodologie et leur portée clinique : celle de Hadjou (2012) consacrée au traitement endoscopique par injection de Deflux (433), celle de Benaïred (2016) portant sur l'intervention de Cohen réalisée par pneumovésicoscopie (434), et enfin notre série (2025) qui évalue la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon Lich Grégoir par voie laparoscopique. Ces travaux illustrent l'évolution progressive des approches mini-invasives en chirurgie pédiatrique algérienne, depuis les techniques endoscopiques jusqu'à la laparoscopie avancée.

Sur le plan méthodologique, les trois études sont prospectives et portent sur des effectifs proches : 43 patients (Hadjou), 60 (Benaïred) et 61 (Sétif).

L'âge moyen varie de 3,9 à 5,3 ans, traduisant une population pédiatrique comparable.

Le reflux primitif constitue le dénominateur commun, bien que la série d'Hadjou inclue 46,5 % de RVU secondaires (instabilité vésicale, vessie neurologique).

Concernant la répartition des grades, les séries de Benaïred et de Sétif concernent majoritairement des formes sévères (III-V), respectivement 59,6 % et 63,3 %, tandis que Hadjou inclut un éventail plus large de grades II à V.

La morbidité per-opératoire est extrêmement faible : aucun incident chez Hadjou et dans la série de Sétif, et un seul cas de pneumopéritoine exsufflé chez Benaïred.

Les complications post-opératoires restent bénignes : hyperthermie, hématurie ou hydronéphrose transitoire chez Hadjou ; infection urinaire et rétention transitoire (3,3 %) dans la série laparoscopique actuelle ; aucune complication significative en pneumovésicoscopie.

Le temps opératoire dépend logiquement du degré d'invasivité : 20 ± 5 min pour le STING, 80–136 min pour la pneumovésicoscopie, et 97–136 min pour la laparoscopie extravésicale.

Cependant, la durée d'hospitalisation s'inverse : la série de Sétif montre un séjour moyen de 28 heures, équivalent à celui du traitement endoscopique ambulatoire et nettement inférieur à celui de Benaïred (72 h).

Les taux de succès anatomique à court terme observés dans les séries algériennes sont globalement élevés, en particulier pour les techniques chirurgicales mini-invasives.

La série de Benaïred rapporte un taux de guérison de 95 % par patient et 97 % par unité urétérale, confirmant la fiabilité de la pneumovésicoscopie trans-trigonale.

Dans la présente étude de Sétif, la réimplantation extravésicale laparoscopique selon Lich-Grégoir obtient un taux de succès comparable, de 95,1 % des patients, sans aucune récurrence documentée au suivi.

En revanche, la série d'Hadjou, portant sur le traitement endoscopique STING, montre une efficacité plus modérée avec 73,9 % de succès anatomique après deux injections, résultat néanmoins cohérent avec les performances internationales de cette méthode pour les reflux de bas grade.

Ces résultats confirment que la réimplantation laparoscopique extravésicale offre une efficacité équivalente à la pneumovésicoscopie et nettement supérieure au traitement endoscopique, tout en maintenant une morbidité minimale et un séjour hospitalier très court (tableau 118).

Tableau 124 : Études algériennes comparatives sur le traitement mini-invasif du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant.

Paramètre	Hadjou (STING)	Benaïred (pneumovésicoscopie Cohen)	Notre série (Lich- Grégoir laparoscopique)
Type d'étude	Prospective	Prospective	Prospective
Patients / unités urétérales	43 pts / 65 UU	60 pts / 94 UU	61 pts / 65 UU
Âge moyen	4,01 ± 0,92 ans (médiane 3)	3,9 ans (5 mois–12 ans)	5,34 ± 2,48 ans
Type de reflux	Primitif 53,5 % / Secondaire 46,5 %	Primitif	Primitif
Grades	II 23,1 % / III 21,5 % / IV 29,2 % / V 26,2 %	IV–V 59,6 %	III 36,7%–IV 63,3%
Complications peropératoires	--	1 pneumopéritoine (exsufflation)	0 conversion
Complications postopératoires	3 hydronéphroses transitoires ; 2 hématuries ; 4 hyperthermies ; 1 RVU controlatéral	non précisé en post-op	1 infection, 1 rétention (3,3 %)
Durée opératoire moyenne (min)	20 ± 5	80,5 ± 23,9 (uni), 136,7 ± 42,8 (Bi)	97,2 ± 21,8 (uni) / 136,4 ± 26,5 (bi)
Séjour	(endoscopie : ambulatoire/24 h)	72 h	24–48 h (moy. 28 h)
Succès anatomique	69,3 % (1 ^{re}) → 73,9 % (1+2) / uretères	95 % (pts) ; 97 % (UU)	95,1 %
Récidive	2/43 (4,6 %)	Disparitions tardives 3/60	Pas de recedive

Tableau 125 : Synthèse comparative : forces, limites et indications.

Technique	Forces	Limites	Indications optimales
Endoscopie (STING – Hadjou)	Geste simple, ambulatoire, faible morbidité, répétable.	Succès modéré (74 %), efficacité réduite aux bas grades, dépend de l'état vésical et du méat.	RVU I–III, enfant > 3 ans, vessie saine.
Pneumovésicoscopie (Cohen – Benaïred)	Succès 95–97 %, vision bilatérale directe, faisable dès le nourrisson.	Technique exigeante, matériel spécifique, séjour prolongé (72 h).	Bilatéralités modérées, nourrissons < 12 mois.
Lich-Grégoir laparoscopique (Sétif)	Sécurité (0 conversion), morbidité faible (3,3 %), séjour court (28 h), succès 93,8 %.	Temps opératoire plus long, apprentissage nécessaire.	Grades III–V, bilatéralité, échecs endoscopiques.

Ces observations issues de notre série, confrontées à celles de Hadjou (2012), Benaïred (2016) et aux données internationales récentes, confirment la complémentarité réelle entre les différentes approches mini-invasives du reflux vésico-urétéral primitif en Algérie.

Les échecs ou récides après réimplantation urétéro-vésicale extravésicale laparoscopique selon Lich-Grégoir peuvent être rattrapés efficacement par une injection endoscopique complémentaire (*Deflux®*), avec des taux de succès supérieurs à 90 % après une seule réinjection (432,433).

Inversement, les reflux persistants après traitement endoscopique de bas grade peuvent être corrigés de manière définitive par une réimplantation extravésicale laparoscopique, sans compromettre la dissection urétérale ni la vascularisation.

Cette inter-convertibilité technique entre laparoscopie extravésicale et endoscopie reste impossible, en revanche après pneumovésicoscopie, du fait de la fibrose sous-muqueuse induite par la dissection trans-trigonale et le trajet transversal de l'urètre sous muqueux ; représente un avantage stratégique majeur de la voie extravésicale (437).

Enfin, la confrontation des trois expériences nationales algériennes (Hadjou, Benaïred et Latreche) confirme la maturité technique atteinte par les équipes de chirurgie pédiatrique dans la prise en charge mini-invasive du RVU primitif.

Le traitement endoscopique STING conserve une place privilégiée pour les formes basses (grades I-II), la pneumovésicoscopie trans-trigonale constitue une alternative bilatérale sûre chez le nourrisson, tandis que la réimplantation extravésicale laparoscopique selon Lich-Grégoir s'impose aujourd'hui comme technique de référence pour les reflux de haut grade (III–V) ou les récides post-endoscopiques, conciliant efficacité anatomique, préservation fonctionnelle et possibilité de chirurgie ambulatoire.

Avec un taux de succès de 93,8 %, une morbidité minime (3,3 %) et un séjour moyen de 28 heures, la laparoscopie extravésicale reproduit les résultats de la voie ouverte tout en offrant les avantages décisifs de la mini-invasivité : réduction des douleurs, récupération rapide et excellent résultat esthétique.

Elle marque aujourd'hui l'aboutissement de l'évolution technologique nationale vers une urologie pédiatrique moderne, standardisée et efficiente.

XII. Perspectives d'évolution de la prise en charge du reflux vésico-urétéral primitif.

L'expérience acquise au sein de notre service confirme la faisabilité, la sécurité et la reproductibilité de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale laparoscopique selon la technique de Lich-Grégoir chez l'enfant.

Cette maîtrise technique et organisationnelle ouvre la voie à plusieurs axes de développement futurs, intégrant à la fois l'innovation chirurgicale, la formation, et la structuration du parcours de soins.

1. Réalisation de la réimplantation extravésicale de Lich-Grégoir par voie laparoscopique en chirurgie ambulatoire.

La réduction marquée de la durée d'hospitalisation observée dans notre série (28 heures en moyenne) soutient l'hypothèse qu'une prise en charge en chirurgie ambulatoire est envisageable pour les réimplantations extravésicales unilatérales simples réalisées par voie laparoscopique, sous réserve d'un encadrement postopératoire rigoureux.

Sur le plan conceptuel, la faisabilité de l'ambulatoire dans la réimplantation extravésicale a été démontrée dès les années 1990 par Peters et al. (420), qui rapportaient un taux très faible de complications immédiates chez des enfants opérés en extravésical unilatéral, grâce à une sélection stricte des indications et un protocole standardisé d'analgésie et de surveillance. Cette expérience a été confirmée par Palmer (436), qui montre que l'EVUR unilatérale peut être conduite en day-surgery avec un retour à domicile sécurisé lorsque l'échographie de contrôle précoce et le monitoring mictionnel sont assurés.

Parallèlement, dans le champ mini-invasif, les travaux de Marotte et al. (2001) et de Varlet, portant sur l'EVUR en chirurgie courte, ont confirmé que la réduction du traumatisme opératoire, la limitation de la dissection trigonale et l'absence d'incision vésicale favorisent une récupération plus rapide et un raccourcissement de la durée d'hospitalisation. Ces données rejoignent les résultats internationaux de la chirurgie mini-invasive pédiatrique démontrant une diminution significative des besoins antalgiques, une reprise plus rapide de la mobilité et une diminution du risque infectieux postopératoire (446).

Ainsi, dans un cadre sécurisé associant sélection stricte des patients, protocole analgésique optimisé, échographie immédiate de contrôle et accès facile à une réévaluation postopératoire, la réimplantation extravésicale de Lich-Grégoir par voie laparoscopique apparaît comme une candidate solide à la prise en charge ambulatoire.

Cette orientation est cohérente avec les objectifs modernes de la chirurgie pédiatrique mini-invasive : réduire le séjour hospitalier, améliorer le confort de l'enfant, limiter les coûts et favoriser une récupération fonctionnelle rapide tout en maintenant un haut niveau de sécurité.

2. Complémentarité des techniques mini-invasives.

L'expérience combinée de la réimplantation laparoscopique et du traitement endoscopique met en évidence une complémentarité thérapeutique essentielle dans la prise en charge du reflux vésico-urétéral primaire. Le traitement endoscopique garde toute sa place pour les reflux de bas grade (I–II) ou les formes résiduelles après chirurgie, comme illustré dans notre série, où les RVU persistants ont été corrigés par une injection complémentaire avec succès.

Ces résultats confirment la synergie rapportée par Montanaro et al. (2024) (435) et Law et al. (432), qui recommandent une stratégie thérapeutique graduée et personnalisée, intégrant les avantages respectifs de chaque approche mini-invasive.

3. Intégration de la robotique pédiatrique.

Le développement croissant de la robotique chirurgicale pédiatrique, décrit par Essamoud et al. (430) et Boysen et al. (347), constitue une perspective majeure d'évolution.

La réimplantation robot-assistée (RALUR-EV) offre des avantages ergonomiques et techniques significatifs : meilleure vision tridimensionnelle, précision gestuelle accrue et courbe d'apprentissage plus rapide.

Cependant, son coût élevé et la disponibilité limitée des plateformes restent des contraintes.

À moyen terme, une hybridation des approches laparoscopiques, robotiques et endoscopiques pourrait être envisagée, permettant d'adapter la stratégie chirurgicale au grade du RVU et à la complexité anatomique de chaque cas.

4. Formation, simulation et standardisation.

L'intégration de la simulation chirurgicale validée dans la formation continue représente un axe prioritaire d'amélioration qualitative (375).

Notre service a initié un programme de simulation laparoscopique du Lich-Grégoir, répondant aux recommandations des sociétés savantes (EAU, ESPU) en matière de formation progressive et sécurisée à la chirurgie mini-invasive (419).

La standardisation des étapes opératoires, la documentation vidéo systématique et l'évaluation périodique des résultats constituent des leviers essentiels pour renforcer la traçabilité, la qualité et la reproductibilité du geste chirurgical.

5. Intégration régionale et recherche appliquée.

Dans une perspective de santé publique, plusieurs axes stratégiques peuvent être envisagés :

- ✓ L'intégration de la prise en charge des RVU primitifs dans le programme de chirurgie ambulatoire, conformément à la politique nationale de modernisation du système de soins pédiatriques.

- ✓ L'inscription de ce travail dans un projet de recherche clinique et épidémiologique intitulé : « Prise en charge des malformations rénales et des reflux vésico-urétéraux dans la wilaya de Sétif », visant à fédérer les structures hospitalières de la région autour d'un registre prospectif.

- ✓ La création d'un centre de référence régional pour la chirurgie mini-invasive du RVU dans l'Est algérien, dédié à la formation, à la recherche et à la diffusion des bonnes pratiques.

- ✓ Évaluer la faisabilité de la chirurgie ambulatoire dans des cohortes élargies.

XIII. Conclusion.

Notre étude consacrée à la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique dans le traitement du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant a permis de démontrer la maturité technique, la sécurité et la fiabilité de cette approche mini-invasive.

L'analyse de notre série, portant sur soixante-et-un enfants et soixante-cinq unités urétérales refluentes, montre que la laparoscopie extravésicale constitue une alternative solide à la voie ouverte, offrant une efficacité anatomique et fonctionnelle équivalente, tout en réduisant significativement la morbidité.

La diminution de la douleur postopératoire, la brièveté du séjour hospitalier, la récupération rapide et la qualité esthétique des cicatrices traduisent pleinement les avantages majeurs de la mini-invasivité.

Les taux de succès observés, comparables à ceux rapportés dans les grandes séries internationales, confirment que la technique laparoscopique de Lich-Grégoir s'impose comme une option chirurgicale de référence, conforme aux standards contemporains de la chirurgie pédiatrique.

Au-delà de l'efficacité opératoire, cette approche s'intègre dans une stratégie globale de prise en charge du reflux vésico-urétéral, incluant le dépistage précoce, la prévention des infections urinaires récidivantes et la surveillance néphrologique prolongée. La maîtrise des épisodes infectieux, l'éducation thérapeutique des familles et la préservation du parenchyme rénal constituent les fondements d'un pronostic fonctionnel favorable et durable. La simulation médicale constitue aujourd'hui un pilier fondamental de la formation chirurgicale pédiatrique, favorisant une familiarisation progressive avec la laparoscopie et le développement de la maîtrise gestuelle nécessaire à des actes précis et sécurisés. Le pelvi-trainer, validé pour la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique, reproduit fidèlement les conditions opératoires réelles et permet un apprentissage structuré et reproductible des étapes clés de l'intervention, la dissection de l'uretère terminal, création du tunnel détrusorien et suture intracorporelle, consolidant ainsi la sécurité et la qualité du geste chirurgical.

La réussite du traitement du reflux vésico-urétéral ne se limite pas à la correction anatomique : elle repose sur une surveillance prolongée et multidisciplinaire, assurant la stabilité fonctionnelle rénale et la prévention de la néphropathie du reflux.

Ce suivi à long terme, associant évaluations cliniques, échographiques, scintigraphiques et biologiques régulières, permet d'anticiper toute altération évolutive et d'en préserver durablement le pronostic fonctionnel.

En définitive, la réimplantation urétéro-vésicale laparoscopique selon Lich-Grégoir illustre la convergence entre innovation technologique, rigueur scientifique et finalité humaine. Elle incarne une chirurgie pédiatrique moderne, mini-invasive, précise et respectueuse de la fonction rénale et du bien-être de l'enfant.

Le développement de la chirurgie laparoscopique en Algérie repose désormais sur la formation par simulation, l'utilisation de pelvi-trainers validés et personnalisés, la recherche clinique collaborative et la coopération interuniversitaire.

En résumé, la réimplantation urétéro-vésicale laparoscopique selon Lich-Grégoir représente une approche moderne de la chirurgie pédiatrique et illustre la convergence entre l'innovation technologique, la rigueur scientifique et l'engagement humain et éthique du chirurgien.

Le développement de la chirurgie laparoscopique en Algérie repose désormais sur la formation par simulation, l'utilisation de pelvi-trainers validés et personnalisés, la recherche clinique collaborative et la coopération interuniversitaire, garantes d'une progression harmonieuse et durable de cette discipline.

Enfin, cette thèse s'inscrit dans une dynamique d'évolution durable visant à structurer un modèle national intégré de prise en charge du reflux vésico-urétéral, associant prévention, innovation, formation et évaluation continue. Les recommandations formulées dans le chapitre suivant traduisent cette ambition : elles proposent des mesures concrètes pour renforcer la formation par simulation, uniformiser les pratiques chirurgicales et promouvoir une chirurgie pédiatrique algérienne moderne, performante et durable.

XIV. Les dix recommandations.

L'analyse de notre expérience clinique, confrontée aux données issues de la littérature internationale, permet de formuler les recommandations suivantes pour améliorer la prise en charge du reflux vésico-urétéral primitif (RVU) chez l'enfant. Ces orientations visent à renforcer la cohérence nationale des pratiques, la formation chirurgicale moderne et la qualité du suivi fonctionnel rénal.

1. Renforcement du dépistage anténatal et postnatal.

Le reflux vésico-urétéral doit être systématiquement recherché lors de la découverte d'anomalies des voies urinaires à l'échographie anténatale, notamment les dilatations pyélocalicielles.

Après la naissance, toute infection urinaire récidivante doit faire l'objet d'une exploration complète à la recherche d'un reflux sous-jacent, par échographie rénale, urographie cystographique rétrograde et scintigraphie fonctionnelle.

L'objectif est d'assurer un diagnostic précoce, de réduire la fréquence des infections répétées et de prévenir la néphropathie cicatricielle.

2. Structuration du traitement médical conservateur.

Le traitement médical reste indiqué pour les reflux de bas grade, sous réserve d'un suivi clinique et radiologique strictement protocolisé.

Ce suivi doit intégrer la prévention des infections urinaires, la surveillance échographique régulière et le contrôle scintigraphique fonctionnel.

Une antibioprophylaxie raisonnée, adaptée au profil infectieux, doit être privilégiée afin d'éviter les résistances bactériennes.

La mise en place d'un registre national de suivi du RVU permettrait d'harmoniser les pratiques, de suivre les résultats à long terme et d'améliorer la qualité de la prise en charge.

3. Encadrement du traitement endoscopique.

Le traitement endoscopique doit être réservé aux reflux modérés ou récidivants.

Sa pratique nécessite une formation certifiée et une évaluation rigoureuse des résultats.

Une échographie et une UCRM de contrôle doivent être systématiquement réalisées pour vérifier la correction du reflux et dépister d'éventuelles récidives.

Cette approche garantit la sécurité du geste et la fiabilité du suivi post-opératoire.

4. Promotion de la chirurgie mini-invasive laparoscopique.

La réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique constitue une option chirurgicale de choix pour les reflux de haut grade ou bilatéraux.

Elle offre une excellente efficacité anatomique et fonctionnelle avec une morbidité réduite et un meilleur confort postopératoire.

Sa diffusion doit passer par la standardisation de la technique, l'enseignement structuré et la pratique supervisée.

La formation sur simulateur et la participation à des ateliers de perfectionnement doivent être encouragées dans le cursus des chirurgiens pédiatres.

5. Généralisation des réunions de concertation pluridisciplinaire (RCP).

La prise en charge optimale du reflux vésico-urétéral repose sur des décisions collégiales, réunissant chirurgiens pédiatres, néphrologues, radiologues, anesthésistes et infectiologues.

La création de RCP locales et régionales doit devenir une pratique systématique, permettant une discussion multidisciplinaire du diagnostic, de la stratégie thérapeutique et du suivi.

Dans le contexte national, ces réunions peuvent être organisées par visioconférence afin de faciliter la participation des équipes éloignées géographiquement et d'assurer une coordination interrégionale efficace.

Cette approche numérique réduit les distances, favorise le partage d'expertise et garantit une équité d'accès à la décision médicale.

6. Intégration de la simulation médicale dans la formation.

La simulation médicale doit devenir un outil central dans la formation initiale et continue des chirurgiens, anesthésistes et paramédicaux.

L'existence du centre de simulation médicale de la faculté de médecine de Sétif offre un cadre idéal pour l'enseignement des gestes de laparoscopie pédiatrique, la gestion des complications et la coordination opératoire.

La simulation permet un apprentissage sécurisé, progressif et reproductible, contribuant à la professionnalisation des équipes chirurgicales et à l'uniformisation des standards techniques.

7. Organisation du suivi post-thérapeutique à long terme.

Le suivi des patients opérés ou traités médicalement doit être régulier et prolongé.

Il repose sur un contrôle clinique, échographique et scintigraphique périodique, associé à une surveillance biologique de la fonction rénale.

Cette démarche vise à prévenir la néphropathie du reflux et à garantir la durabilité des résultats anatomiques et fonctionnels.

La continuité du suivi doit être assurée par une coordination étroite entre chirurgiens, néphrologues et médecins traitants.

8. Formation, coordination et sensibilisation des équipes paramédicales.

La chirurgie laparoscopique pédiatrique requiert une coordination parfaite du travail d'équipe entre le chirurgien, l'anesthésiste et le personnel paramédical.

Il est donc indispensable de renforcer la formation spécifique du personnel infirmier et technique sur la gestion du matériel laparoscopique, la logistique opératoire et la surveillance postopératoire.

Par ailleurs, une sensibilisation active des patients et de leurs familles doit être menée pour améliorer l'observance thérapeutique, la prévention des infections urinaires et la compréhension du suivi post-opératoire.

L'éducation du patient et de son entourage représente un facteur clé de succès dans la prévention des récurrences et la pérennité des résultats fonctionnels.

9. Coordination des soins et travail en réseau.

Une coordination interservices entre les structures de chirurgie pédiatrique, de néphropédiatre et d'imagerie est essentielle pour une prise en charge globale et efficace.

La mise en place de réseaux régionaux de soins pédiatriques et de plateformes numériques communes permettrait de partager les comptes rendus opératoires, les résultats d'imagerie et les suivis cliniques.

Ce modèle favorise la continuité des soins, la traçabilité des décisions et le développement d'une culture de travail multidisciplinaire au service de l'enfant.

10. Développement de la recherche et collaboration interuniversitaire.

Le reflux vésico-urétéral doit devenir un champ prioritaire de recherche clinique multicentrique, permettant d'évaluer les résultats anatomiques et fonctionnels à long terme, les taux de complications et les facteurs pronostiques.

Le développement de partenariats interuniversitaires entre les facultés de médecine algériennes, ainsi qu'avec des centres de référence internationaux, est essentiel pour favoriser le transfert de compétences, la mutualisation des ressources et la validation scientifique des résultats.

Cette coopération nationale et internationale renforcera la visibilité scientifique de la chirurgie pédiatrique algérienne et encouragera l'émergence d'une véritable école de chirurgie mini-invasive et robotique en Afrique du Nord.

RÉFÉRENCES

1. P. Cochat, B. Fretes, D. Demède, A. Bertholet-Thomas, L. Michel-Calemard, S. Cabet, J. Bacchetta, Anomalies congénitales du rein et des voies urinaires, Volume, Issue, 2021, Pages , ISSN 1637-5017, [http://dx.doi.org/10.1016/S1637-5017\(21\)76982-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1637-5017(21)76982-1)
2. Bailly. R.R., Maling.TMG. Swainson. CP. Vesicoureteric reflux and nephropathy In: Schrier RW, Gottschalk CW, editors. Diseases of the kidney. 5th ed. Boston: Little, Brown&Co.; 1993.p. 689-727.
3. Elder. J.S., Peters. C.A. Arant.Js. BS. Ewalt. D.H., Hawtry. E., Hurwitz.R.S,et al: Pediatric vesicou-ureteral reflux guidelines panel summary report on the management.
4. Medical versus surgical treatment of primary vesicoureteral reflux: report of the International Reflux Study Committee. Pediatrics. 1981 Mar;67(3):392-400. PMID: 7017578.
5. Cendron. J., Sulmann. C.: Urologie pédiatrique, Paris: Flammarion médecines- sciences 1985; 384.
6. Smellie JM, Ransley PG, Normand IC, Prescod N, Edwards D. Development of new renal scars: a collaborative study. Br Med J (Clin Res Ed). 1985;290:1957–1960. PMID: 3924325.
7. Avérous. M., Bisetre. J., Doré B. Le reflux vesico-rénal de l'enfant et l'adulte: Progrès en urologie 1998; 8: 685-701.
8. Garin. E.H., Olavarria.F. Garcia Nieto.V., Valenciano.B. Campos.A. Young.L. Clinical signifiance of Primary vesicoureteral reflux: a multi center, randomised, controled study. Pediatrics 2006; 117: 626-632.
9. Arant.B.S: Medical management of mild and moderate vesicoureteral reflux: follow-up studies of infants and young children. A preliminary report of the southwest pediatric nephrology study group. J Urol 1992; 148, 1683-1687.
10. T.W. Hensle., G. Hyun., A. L. Grogg., and M. Eaddy: "Examining pediatric vesicoureteral reflux: a real-world evaluation of treatment patterns and outcomes," Current Medical Research and Opinion, vol. 23, supplement 4, pp. 7–13, 2007.
11. Bollgren. Antibacterial prophylaxis in children with urinary tract infection. Acta pediatric 1999; supp 431: 48-52.
12. Conway. P.H., Cnaan. A. Zaoutis.T. Henry. B.V., Grundmeier. RW and Keren. R. Recurrent urinary tract infections in children: risk factors and association with prophylactic antimicrobials. JAMA 2007; 298: 179.
13. Allen.U.D., Mac Donald.N. Fuite.L. Chan.F., Stephens.D. : Risk factors for resistance to "first- line" antimicrobials among urinary tract isolates of Escherichia coli in children. CMAJ 1999; 160:1436-40.
14. Persaud TVN. Early History of Vesicoureteral Reflux. J Urol. 1992;148(5 Pt 2):1721-1725. PMID: 1433597
15. Semblinow NA. Über den vesikoureteralen Reflux beim Hund (experimental study). Cité dans : Roberts JA. Vesicoureteral reflux and pyelonephritis in the monkey. J Urol. 1992;148:1721-1725. PMID: 1433597
16. Roberts JA. Vesicoureteral reflux and pyelonephritis in the monkey: a review. *J Urol.* 1992 Nov;148(5 Pt 2):1721–1725. doi: 10.1016/S0022-5347(17)37013-1. PMID: 1433597
17. Politano, VA (1981). Reflux vésico-urétéral. Dans L'uretère (pp. 483-511). New York, NY : Springer New York.
18. Hutch JA. Relation of vesicoureteral reflux to urinary tract infection. Pediatrics. 1952;9:766-779. PMID: 14918066
19. Ransley, Philip G., et RA Risdon. « Néphropathie de reflux : effets du traitement antimicrobien sur l'évolution de la cicatrice pyélonéphritique précoce. » Kidney international 20.6 (1981) : 733-742.
20. Campbell MF. Pyelonephritis and Reflux. Campbell's Urology, 1st ed. 1930. Gibson T. Ureteral reflux in children. Br J Urol. 1949;21:27-36.
21. Kaveggia, Laszlo, et al. « Pyélonéphrite : une cause de reflux vésico-urétéral ? » The Journal of urology 95.2 (1966) : 158-163.
22. Bumpus HC. Uterovesical valve in man and animals and its clinical significance. J Urol. 1928;20:1-42. PMID: 19968792
23. Hodson CJ, Edwards D. Chronic pyelonephritis and vesico-ureteric reflux. Clin Radiol. 1960;11(4):219–231. doi:10.1016/S0009-9260(60)80059-1.
24. Lich R Jr, Howerton LW, Davis LA. Childhood urosepsis. *J Ky Med Assoc.* 1961 Dec;59:1177–1181. PMID: 14465076
25. Gregoir W, Vanregemorter G. Le reflux vésico-urétéral congénital [Congenital vesicoureteral reflux]. *Urol Int.* 1964;18:122–136. doi: 10.1159/000279233. PMID: 14215746
26. Société Belge d'Urologie (SBU). Prix et distinctions – Médaille Willy Grégoir. Bruxelles: SBU; 2024. Disponible sur: <https://www.sbu-bvu.be>
27. Janetschek G, Bartsch G. Laparoscopic ureteral reimplantation. Urol Clin North Am. 2000;27(4):683–691. doi:10.1016/S0094-0143(05)70120-6. PMID: 11036683.
28. Peters CA, Woo R. Robotically assisted laparoscopic extravesical ureteral reimplantation in children. J Endourol. 2005;19(5):603-609. doi:10.1089/end.2005.19.603. PMID: 15910270.
29. McGovern JH, Marshall VE, Paquin AJ. Vesicoureteral regurgitation in children. J Urol. 1960;83(2):122–149. doi:10.1016/S0022-5347(17)65673-8.
30. Baker R, Maxted W, Maylath J, Shuman I. Relation of age, sex, and infection to reflux: data indicating high spontaneous cure rate in pediatric patients. J Urol. 1966;95(1):27–32.
31. Bailey RR. Vesico-ureteric reflux, urinary tract infection, and renal damage in children. Lancet. 1995;346(8979):900. PMID: 7564685.
32. Sargent MA. What is the normal prevalence of vesicoureteral reflux? Pediatr Radiol. 2000;30(9):587–593. doi:10.1007/s002470000263.

33. Arant BS. Vesicoureteric reflux and renal injury. *Am J Kidney Dis.* 1991;17(5):491–511. doi:10.1016/S0272-6386(12)80490-2.
34. Chand DH, Rhoades T, Poe SA, Kraus S, Strife CF. Incidence and severity of vesicoureteral reflux in children related to age, gender, race, and diagnosis. *J Urol.* 2003;170(4 Pt 2):1548–1550. doi:10.1097/01.ju.0000084299.55552.6c.
35. Zerlin JM, Ritchey ML, Chang AC. Incidental vesicoureteral reflux in neonates with antenatally detected hydronephrosis and other renal abnormalities. *Radiology.* 1993;187(1):157–160. doi:10.1148/radiology.187.1.8451404.
36. Aigrain Y, El Ghoneimi A, De Lagausie P. Reflux vésico-urétéral de l'enfant et malformations vésicales. Montpellier: Éditions Sauramps Médical; Collège National de Chirurgie Pédiatrique; 2002.
37. Jerkins GR, Noe HN. Familial vesicoureteral reflux: a prospective study. *J Urol.* 1982;128(4):774–778. doi:10.1016/S0022-5347(17)53184-5.
38. Kelly H, Ennis S, Yoneda A, Bermingham C, Shields DC, Molony C, et al. Uroplakin III is not a major candidate gene for primary vesicoureteral reflux. *Eur J Hum Genet.* 2005;13(4):500–502. doi:10.1038/sj.ejhg.5201322.
39. Arena F, Romeo C, Crucetti A, Centonze A, Basile M, Arena S, et al. Fetal vesicoureteral reflux: neonatal findings and follow-up study. *Pediatr Med Chir.* 2001;23(1):31–34. PMID:11486419.
40. Steele BT, De Maria J. A new perspective on the natural history of vesicoureteric reflux. *Pediatrics.* 1992;90(1):30–32.
41. Straub J, Apfelbeck M, Karl A, Khoder W, Lellig K, Tritschler S, Stief C, Riccabona M. Vesikoureteraler Reflux : Diagnose und Therapieempfehlungen [Vesicoureteral reflux: Diagnosis and treatment recommendations]. *Urologe A.* 2016 Jan;55(1):27-34. German. doi: 10.1007/s00120-015-0003-3. PMID: 26676728.
42. Avérus M, Biserte J, Doré B. *Urologie de l'enfant.* Paris: Éditions Vigot; 1998. p.703–726.
43. Nelson CP, et al. Racial differences in the diagnosis and treatment of vesicoureteral reflux. *Pediatrics.* 2020;145(6):e20200045. doi:10.1542/peds.2020-0045.
44. Cremin BJ. Observations on vesico-ureteric reflux and intrarenal reflux: a review and survey of material. *Clin Radiol.* 1979;30(6):607–621. doi:10.1016/S0009-9260(79)80003-3.
45. Lezzar I, Touabti S. Aspects épidémiologiques, diagnostiques et thérapeutiques du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant. Thèse de Doctorat, Université de Constantine; 2023.
46. Brandström P, Hansson S, Jodal U, Swerkersson S, Herthelius M, Sixt R. How Swedish guidelines on urinary tract infections in children affect practice. *Acta Paediatr.* 2021;110(7):2074–2083. doi:10.1111/apa.15727. PMID: 33616280.
47. Messi G, Peratoner L, Paduano L, Marchi AG. Epidemiology of urinary tract infections and vesicoureteral reflux in children. *Helv Paediatr Acta.* 1989;43(5):389–396.
48. Keren R, et al. Management of vesicoureteral reflux: clinical guidelines. *AUA Update Series.* 2023;42:1–10.
49. Askari A, Belman AB. Vesicoureteral reflux in black girls. *J Urol.* 1982;127(4):747–748. doi:10.1016/S0022-5347(17)53941-0.
50. Arant BS Jr. Mild/moderate vesicoureteric reflux in children under 5 years of age: follow-up at three years. *Kidney Int.* 1990;37(2):271–275.
51. Keeton JE, Hillis RS. Urinary tract infections in black female children. *Urology.* 1975;6(1):39–42.
52. Skoog SJ, Belman AB. Primary vesicoureteral reflux in the black child. *Pediatrics.* 1991;87(4):538–543.
53. Kim KS, et al. Korean registry of vesicoureteral reflux: clinical outcomes and management. *J Korean Med Sci.* 2022;37(12):e108. doi:10.3346/jkms.2022.37.e108.
54. Tapaneya-Olarn C, Tapaneya-Olarn W, Tunlayadechanamont S. Vesicoureteral reflux in Thai children: epidemiologic and clinical findings. *J Med Assoc Thai.* 1993;76(Suppl 2):187–193.
55. Bahloul A, et al. Reflux vésico-urétéral chez l'enfant tunisien: aspects épidémiologiques et cliniques. *Tunis Med.* 2021;99(10):781–787.30
56. Ekman A, Jacobson B, Kock NG. High diuresis: a factor in preventing vesicoureteral reflux. *J Urol.* 1966;95(4):511–515.
57. Christies BA. Incidence and etiology of vesicoureteral reflux in apparently normal dogs. *Invest Urol.* 1971;9:184–189.
58. Juskiewenski S, Guitard J, Moscovici J. Embryologie de l'appareil urinaire. In: *Encyclopédie Médico-Chirurgicale* (Paris: Éditions Techniques); Néphrologie–Urologie, 18-002-A-10.
59. Camey M, Le Duc A. Reins et voies urinaires normaux – Embryologie. Néphrologie-Urologie, Fascicule 65. Paris: Éditions Techniques; 1970. p. 1-6.
60. Mackie GG, Awang H, Stephens FD. The ureteric orifice: the embryologic key to the radiologic status of the ureter. *J Pediatr Surg.* 1975;10(5):743-746. doi:10.1016/0022-3468(75)90155-4.
61. Université de Fribourg. Constitution de l'appareil urinaire. *Embryology.ch* [Internet]. Published December 18, 2021 [consulté le 18 décembre 2021]. Disponible sur: <https://www.embryology.ch/francais/turinary/constitution/01.html>.
62. Davidson AJ. Kidney development in the mouse. In: *StemBook* [Internet]. Cambridge (MA): Harvard Stem Cell Institute; 2009 Jan 15. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK27071/>.
63. Marieb EN, Hoehn K. Anatomie et physiologie humaines. Adaptation française de la 8e édition américaine, par Moussakova L, Lachaine R, traduction de Desbiens A. Montréal: ERPI; 2010. p. 1149. ISBN: 978-2-35745-080-6.

64. Kamina P. Anatomie clinique. Tome 4, 2e éd. Paris: Éditions Maloine; 2008. Réimpression 2009. ISBN: 978-2-224-03067-4
65. Mahmoud AH, Talaat IM, Tlili A, Hamoudi R. Congenital anomalies of the kidney and urinary tract. *Front Med (Lausanne)*. 2024 Jul 15;11:1384676. doi:10.3389/fmed.2024.1384676. PMID: 39076761; PMCID: PMC11284074.
66. Van der Zanden LFM, et al. Common variants in genes regulating ureteric bud development are associated with congenital anomalies of the kidney and urinary tract (CAKUT). *Nat Genet*. 2017;49(8):1121–1128. doi:10.1038/ng.3884. PMID: 28628108.
67. Carr MC, El-Ghoneimi A. Anomalies and Surgery of the Ureteropelvic Junction in Children. In: *Pediatric Urology* (Vol. 7). Philadelphia: Saunders Elsevier; 2007. p. 117–132. ISBN: 978-0-7216-0798-6. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780721607986501175>.
68. Stephens FD, Joske RA, Simmons RT. Megaureter with vesicoureteral reflux in twins. *Aust N Z J Surg*. 1955;24:192–194.
69. Burger RH, Smith C. Hereditary and familial vesicoureteral reflux. *J Urol*. 1971;106:845–851.
70. Devriendt K, Groenen P, Van Esch H, Van Dijck M, Van De Ven W, Fryns JP, Proesmans W. Vesicoureteral reflux: a genetic condition? *Eur J Pediatr*. 1998;157:265–271. doi:10.1007/s004310050808.
71. Jardin A. À propos du reflux vésico-rénal familial. *J Urol Nephrol (Paris)*. 1977;83:495–498.
72. Tsai JD, Huang FY, Tsai TC. Asymptomatic vesicoureteral reflux detected by neonatal ultrasonic screening. *Pediatr Nephrol*. 1998;12:206–209. doi:10.1007/s004670050442.
73. Zel G, Retik AB. Familial vesicoureteral reflux. *Urology*. 1973;2:249–251. doi:10.1016/0090-4295(73)90184-9.
74. De Vargas A, Evans K, Ransley P, Rosenberg AR, Rothwell D, Sherwood T, Williams DI, Barratt TM, Carter CO. A family study of vesicoureteric reflux. *J Med Genet*. 1978;15:85–96. doi:10.1136/jmg.15.2.85.
75. Noe HN. The long-term results of prospective sibling reflux screening. *J Urol*. 1992;148:1739–1742. doi:10.1016/S0022-5347(17)37076-2.
76. Noe HN. Screening for reflux: the current status. *J Urol*. 1996;156:1808–1811. doi:10.1016/S0022-5347(01)65379-3.
77. Middleton GW, Howards SS, Gillenwater JY. Sex-linked familial reflux. *J Urol*. 1975;114(1):36–39. doi:10.1016/S0022-5347(17)67268-0.
78. Noe HN. The relationship of sibling reflux to index patient dysfunctional voiding. *J Urol*. 1988;140:119–120.
79. Burger RH. A theory on the nature of transmission of congenital vesicoureteral reflux. *J Urol*. 1972;108:249–254. doi:10.1016/S0022-5347(17)60424-3.
80. Miller HC, Caspari EW. Ureteral reflux as a genetic trait. *JAMA*. 1972;220:842–843. doi:10.1001/jama.220.6.842.
81. Noe HN, Slovis TL. Familial vesicoureteral reflux and the sibling screening controversy. *J Urol*. 2018;200(1):24–30. doi:10.1016/j.juro.2017.12.070. PMID: 29287887.
82. Lu Y, Zhang Y, Yang X, et al. Genetic insights into primary vesicoureteral reflux: from candidate genes to whole-genome studies. *Front Pediatr*. 2021;9:672485. doi:10.3389/fped.2021.672485. PMCID: PMC8155349.
83. Chan JY, Leung VYF, Lo KY, et al. ROBO2 gene mutations in familial vesicoureteral reflux: a multicentric genetic analysis. *Eur Urol Open Sci*. 2023;47:34–41. doi:10.1016/j.euros.2023.01.015.
84. Sensar DPS, Rashid A, Wolfish NM. Familial urinary tract anomalies: association with the major histocompatibility complex in man. *J Urol*. 1979;121:194–197. doi:10.1016/S0022-5347(17)57132-9.
85. Choi KL, McNoe LA, French MC, Guilford PJ, Eccles MR. Absence of PAX2 gene mutations in patients with primary familial vesicoureteric reflux. *J Med Genet*. 1998;35:338–339. doi:10.1136/jmg.35.4.338.
86. Eccles MR, Bailey RR, Abbott GD, Sullivan MJ. Unravelling the genetics of vesicoureteric reflux: a common familial disorder. *Hum Mol Genet*. 1996;5:1425–1429. doi:10.1093/hmg/5.10.1425.
87. Chapitre XXIII. Le reflux vésico-rénal familial (Aspects génétiques du reflux primitif). *URO-France [Internet]*. Disponible sur: <https://www.urofrance.org>
88. Heale WF. Hereditary vesicoureteric reflux: phenotypic variation and family screening. *Pediatr Nephrol*. 1997;11:504–507. doi:10.1007/s004670050327.
89. Yuan T, Cheng Y, Liu C, et al. Genome-wide association study identifies susceptibility loci for vesicoureteral reflux in children. *Pediatr Nephrol*. 2020;35(9):1635–1644. doi:10.1007/s00467-020-04574-4. PMID: 3212860
90. Mansouri A, Tostivint V, Rouvellat P, Roumigué M. La longueur de l'uretère est-elle liée à la taille du patient ? *Prog Urol*. 2019;29(8–9):443–447. doi:10.1016/j.purol.2019.04.003. (Elsevier Masson, France)
91. Elbadawi A. Anatomy and function of the ureteral sheath. *J Urol*. 1972;107(2):224–229. doi:10.1016/S0022-5347(17)61027-7.
92. Agur AMR, Dalley AF. Grant's Atlas of Anatomy. 14^e édition. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins ; 2022. ISBN : 978-1-9751-7082-2.
93. Schulman CC, Duarte-Escalante O, Boyarsky S. The ureterovesical innervation: a new concept based on a histochemical study. *Br J Urol*. 1972;44(6):698–703. doi:10.1111/j.1464-410X.1972.tb12063.x.
94. Juskiewinski S, Vaysse P, Moscovici J, De Graeve P, Guitard J. La jonction urétéro-vésicale. *Anat Clin*. 1984;5(4):251–259. doi:10.1007/BF01752902.
95. Tanagho EA, Meyers FH, Smith DR. The trigone: anatomical and physiological considerations in relation to the ureterovesical junction. *J Urol*. 1968;100(5):623–632. doi:10.1016/S0022-5347(17)62574-1.

96. Aubert D, Fosto A. Reflux vésico-urétéral chez l'enfant. Correspondances en Pelvi-Périnéologie. 2002;2(4):oct-nov-déc.
97. Gil-Vernet S. Anatomie et physiologie de l'union urétérovésicale : sphincter urétéral prévésical. Urol Int. 1972;27(5):310-315. doi:10.1159/000279840.
98. Waldeyer W. Über die sogenannten Ureter-scheide. Anat Anz (Jena). 1892;7:259-260.
99. Woodburne RT. Anatomy of the ureterovesical junction. J Urol. 1964;92(4):431-435. doi:10.1016/S0022-5347(17)63949-2.
100. Lyon RP, Marshall S, Tanagho EA. The ureteral orifice: its configuration and competency. J Urol. 1969;102(4):504-509. doi:10.1016/S0022-5347(17)62184-0. PMID:5343494.
101. Tanagho EA, Pugh RC. The anatomy and function of the ureterovesical junction. Br J Urol. 1963 Jun;35:151-165. doi:10.1111/j.1464-410X.1963.tb02610.x. PMID:13984800.
102. Schulman CC, Denis R, Grégoir W. La physiopathologie du reflux vésico-urétéral [Physiopathology of vesico-ureteral reflux]. Chir Pediatr. 1979;20(4):239-245.
103. Avérous M, Biserte J, Doré B, Mollard P, Habozit B, Maréchal JM. Reflux vésico-rénal. Encycl Méd Chir (Paris), Néphrologie-Urologie. 1975;6:18.
104. Dixon JS, Jen PYP, Yeung CK, Chow LC, Mathnes R, Gearhart JP, Gosling JA. The structure and autonomic innervation of the vesico-ureteric junction in cases of primary ureteric reflux. Br J Urol. 1998;81(1):141-146. doi:10.1046/j.1464-410x.1998.00050.x. PMID:9467493.
105. Aubert D. L'immaturation vésicale de l'enfant : de l'énurésie à l'insuffisance rénale. Pédiatrie. 1988;43(9):719-723.
106. Hutch JA. Theory of maturation of the intravesical ureter. J Urol. 1961;86(4):534-538. doi:10.1016/S0022-5347(17)65358-2.
107. Koff SA, Murtagh DS. The uninhibited bladder in children: effects of treatment on recurrence of urinary infection and vesico-ureteral reflux resolution. J Urol. 1983;130(6):1138-1141. doi:10.1016/S0022-5347(17)51604-8.
108. Koff SA. Evaluation and management of voiding disorders in children. Urol Clin North Am. 1988;15(4):769-778. doi:10.1016/S0094-0143(21)00125-2.
109. Avérous M. Le syndrome d'immaturation vésicale : à propos de 1 097 observations [The bladder immaturity syndrome: about 1,097 cases]. J Urol (Paris). 1985;91(5):257-267. PMID:4078351.
110. Allen TD. Commentary: voiding dysfunction and reflux. J Urol. 1992;148(5):1706-1707. doi:10.1016/S0022-5347(17)36949-0.
111. Aubert D. Instabilité vésicale et reflux : une association pathogène fréquente. Chir Pediatr. 1984;25(2):114-116.
112. Anderson PAM, Rickwood AMK. Features of primary vesico-ureteric reflux detected by prenatal sonography. Br J Urol. 1991; 67(3): 267-271. doi: 10.1111/j.1464-410X.1991.tb15115.x. PMID: 2044 046.
113. Diamond DA, Mattoo TK. Anatomy of the ureterovesical junction. In: Endoscopic Treatment of Primary Vesicoureteral Reflux. N Engl J Med. 2012;366:e26. doi:10.1056/NEJMra1112655.
114. Avérous M. Enurésies de l'enfant. Encycl Méd Chir (Paris, France), Néphrologie-Urologie-Pédiatrie. 1992; 18207E10-4085C20:8 p.
115. Bailey RR. Vesico-ureteric reflux and reflux nephropathy. In: Schrier RW, Gottschalk CW, editors. Diseases of the Kidney. 5th ed. Boston/Toronto: Little, Brown & Co; 1992. p.689-727.
116. Psutka SP, Campbell CL, Magera JS, et al. Bladder diverticula in children: etiology, diagnosis, and management. J Pediatr Urol. 2013;9(1):2-10. doi:10.1016/j.jpuro.2012.12.006.
117. Ransley PG, Risdon RA. Reflux nephropathy: effects of antimicrobial therapy on the evolution of the early pyelonephritic scar. Kidney Int. 1978;13(4):278-283. doi:10.1038/ki.1978.40. PMID: 352788.
118. Bailey RR. The relationship of vesico-ureteric reflux to urinary tract infection and chronic pyelonephritis—reflux nephropathy. Clin Nephrol. 1973;1(3):132-141. PMID: 4580956.
119. Smellie JM, Tamminen-Möbius T, Olbing H, et al. Five-year study of medical or surgical treatment in children with severe reflux: renal radiologic observations. Pediatr Nephrol. 1992;6(3):223-230. doi:10.1007/BF00878353. PMID: 1523553.
120. Shaikh N, Morone NE, Bost JE, Farrell MH. Renal scarring and urinary tract infection in children: a meta-analysis. JAMA Pediatr. 2020;174(3):259-268. doi:10.1001/jamapediatrics.2019.5553. PMID: 31904761.
121. Craig JC, Simpson JM, Williams GJ, et al. Antibiotic prophylaxis and recurrent urinary tract infection in children. N Engl J Med. 2009;361(18):1748-1759. doi:10.1056/NEJMoa0902295. PMID: 19864673..
122. Lee SY, Lai JN, Haw Y, Chiu LT, Huang SM, Chew FY. Vesicoureteral reflux is associated with increased risk of chronic kidney disease: a nationwide cohort study. Medicine (Baltimore). 2023;102(34): e34867. doi:10.1097/ MD.00000 000000 34867. PMID: 37641987.
123. Greenfield SP, Wan J. Epidemiology of vesicoureteral reflux. Urol Clin North Am. 2021;48(1):1-13. doi:10.1016/j.ucl.2020.09.001. PMID: 33293069.
124. Yeung CK, Godley ML, Dhillon HK, Gordon I, Duffy PG, Ransley PG. The characteristics of primary vesicoureteric reflux in male and female infants with prenatal hydronephrosis. Br J Urol. 1997;80(2):319-327. doi:10.1046/j.1464-410X.1997.00319.x. PMID: 9313658.
125. Nguyen HT, Herndon CD, Cooper C, et al. Antenatal hydronephrosis: postnatal evaluation and management. J Urol. 2010; 183(4): 149-156. doi: 10.1016/j.juro. 2009.08.120. PMID: 20171673..

126. American Academy of Pediatrics (AAP) Subcommittee on Perinatal UTD. Perinatal urinary tract dilation: recommendations on prenatal and postnatal management. *Pediatrics*. 2025;156(1):e2025071814. doi:10.1542/peds.2025-071814.
127. Marra G, Barbieri G, Dell'Agnola CA, et al. Congenital renal damage associated with primary vesicoureteral reflux detected prenatally in male infants. *J Pediatr*. 1994;124(5):726–730. doi:10.1016/S0022-3476(94)70287-2. PMID: 8176573.
128. Lama G, Russo M, De Rosa E, et al. Primary vesicoureteric reflux and renal damage in the first year of life. *Pediatr Nephrol*. 2000;15(3):205–210. doi:10.1007/s004670000434. PMID: 10752627.
129. Ardissino G, Daccò V, Testa S, et al. Natural history of reflux nephropathy in children with high-grade vesicoureteral reflux. *Pediatrics*. 2021;148(2):e2021050447. doi:10.1542/peds.2021-050447. PMID: 34266976.
130. Lillås B, Hellström M, Hjalmarsson R, et al. Genetic predisposition to reflux nephropathy. *Pediatr Nephrol*. 2023;38(2):357–368. doi:10.1007/s00467-022-05692-4. PMID: 36214418.
131. Harambat J, Madden I, Hogan J. Epidemiology of chronic kidney disease in children. *Nephrol Ther*. 2021;17(6):476–484. doi:10.1016/j.nephro.2021.06.001. PMID: 34293525.
132. North American Pediatric Renal Trials and Collaborative Studies (NAPRTCS). Annual Report 2023. Rockville, MD: NAPRTCS; 2023.
133. González-Muñoz JI, Fernández-Ibieta M, García-Mata JJ, et al. Vesicoureteral reflux in children: current concepts in diagnosis and management. *World J Clin Cases*. 2022;10(36):13254–13269. doi: 10.12998/wjcc.v10.i36.13254. PMID: 36225145.
134. Winter AL, Hardy BE, Alton DJ, Arbus GS, Churchill BM. Acquired renal scars in children. *J Urol*. 1983;129(6):1190–1194. doi:10.1016/S0022-5347(17)52418-8. PMID: 6854785.
135. Bagga A, Hari P. Vesicoureteric reflux and reflux nephropathy. *Indian Pediatr*. 1998 Dec;35(12):1197-209. PMID: 10216696.
136. Gökçeoğlu AÜ. Renal scarring in children with febrile urinary tract infection. *J Pediatric Res*. 2025;12(1):45-52. doi:10.4274/jpr.galenos.2024.16507
137. Hinchliffe SA, Kreczy A, Ciftci AO, Chan YF, Judd BA, van Velzen D. Focal and segmental glomerulosclerosis in children with reflux nephropathy. *Pediatr Pathol*. 1994;14(2):327–338. doi: 10.3109/15513819409023086. PMID: 8200369.
138. Hewitt IK, Montini G. Kidney damage associated with vesico ureteric reflux. *Curr Opin Pediatr*. 2021 Apr 1;33(2):247-251. doi: 10.1097/MOP.0000000000000996. PMID: 33534423.
139. Mattoo TK. Vesicoureteral reflux and reflux nephropathy: trends in management. *Pediatr Nephrol*. 2020;35(4):753–765. doi:10.1007/s00467-019-04334-y. PMID: 31925557.
140. Tullus K, et al. The role of urinary tract infections and vesicoureteral reflux in the pathogenesis of renal scarring and reflux nephropathy. *Pediatr Nephrol*. 2022;37(2):267–275. doi:10.1007/s00467-021-05222-0. PMID: 34761953.
141. Hodson CJ, Melnick JL. The pathology of reflux nephropathy. *Clin Nephrol*. 1985;24(6):309–318. PMID: 3911098.
142. Risdon RA, Yeung CK, Ransley PG. Reflux nephropathy in children submitted to unilateral nephrectomy: a clinicopathologic study. *Clin Nephrol*. 1993;40(6):308–314. PMID: 8299237.
143. Chandramouli B, et al. Correlation of reflux grade with histopathological damage in pediatric nephrectomy specimens. *Indian J Urol*. 2021;37(1):39–44. doi:10.4103/iju.IJU_159_20. PMID: 33520474.
144. Lee SH, et al. Histologic severity and clinical outcomes in children with reflux nephropathy: a Korean multicenter analysis. *J Pediatr Urol*. 2022;18(3):320.e1–320.e7. doi:10.1016/j.jpuro.2022.02.014. PMID: 35241201.
145. European Society for Paediatric Urology (ESPU) and European Association of Urology (EAU). Guidelines on Pediatric Urology 2024. Arnhem, The Netherlands: EAU Guidelines Office; 2024
146. Chang C-L, Yang S-D, Hsu C-K, Chen C-H, Chang S-J. Effectiveness of various treatment modalities in children with vesicoureteral reflux grades II–IV: a systematic review and network meta-analysis. *Pediatr Nephrol*. 2023;38(12):3075–3086. doi:10.1007/s00467-023-05855-3. PMID: 37989356.
147. Arlen AM, et al. Long-term renal outcomes of children with reflux nephropathy: a contemporary cohort study. *Urology*. 2022;162:137–143. doi:10.1016/j.urology.2022.08.020. PMID: 35988588.
148. Chirico V, Tripodi F, Lacquaniti A, Monardo P, Conti G, Ascenti G, Chimenz R. Therapeutic management of children with vesicoureteral reflux. *J Clin Med*. 2024;13(1):244. doi:10.3390/jcm 13010244. PMID: 3781234
149. Farrugia MK, Montini G. Does vesicoureteric reflux diagnosed following prenatal urinary tract dilatation need active management? A narrative review. *J Pediatr Urol*. 2025 Feb;21(1):115-122. doi: 10.1016/j.jpuro.2024.09.016. Epub 2024 Sep 26. PMID: 39406669.
150. Hewitt I, Montini G. Vesicoureteral reflux is it important to find? *Pediatr Nephrol*. 2021 Apr;36(4):1011-1017. doi: 10.1007/s00467-020-04573-9. Epub 2020 Apr 22. PMID: 32323004.
151. Homsy YL, Saad F, Laberge I. Transitional hydronephrosis of the newborn and infant. *J Urol*. 1990; 144(3):579-589. doi:10.1016/S0022-5347(17)39546-3.

152. Merz LM, al. Trio exome sequencing identifies de novo variants in novel candidate genes in 19.62% of CAKUT families. *Genet Med*. 2025 Jul;27(7):101432. doi: 10.1016/j.gim.2025.101432. Epub 2025 Apr 11. PMID: 40223730; PMCID: PMC12229778.
153. Radmayr C, Bogaert G, Burgu B, Dogan HS, Nijman RJ, et al. EAU Guidelines on Paediatric Urology. Arnhem : European Association of Urology; 2022. Disponible sur : <https://uroweb.org/guidelines/paediatric-urology>.
154. Hong CH, Kim JH, Jung HJ, Im YJ, Han SW. Single-surgeon experience with transvesicoscopic ureteral reimplantation in children with vesicoureteral reflux. *Urology*. 2011;77(6):1465-1469. doi:10.1016/j.urology.2010.12.063.
155. Maskell R, Pead L, Vinnicombe J. Urinary infection after micturating cystography. *Lancet*. 1978;2:1191-1192. doi:10.1016/S0140-6736(78)92089-2.
156. Momboisse D, Nguyễn L, Khov E, et al. Cystographie isotopique indirecte couplée à la scintigraphie rénale corticale : détection des reflux vésico-rénaux chez l'enfant. *Médecine Nucléaire*. 2012;36(3):111-118. doi:10.1016/j.mednuc.2011.10.001.
157. McLaren CJ, Simpson ET. Direct comparison of radiology and nuclear medicine cystograms in young infants with vesico-ureteric reflux. *BJU Int*. 2001;87:93-97. doi:10.1046/j.1464-410x.2001.02023.x.
158. Piepsz A, Ham H. Pediatric applications of renal nuclear medicine. *Semin Nucl Med*. 2006;36:16-35. doi:10.1053/j.semnuclmed.2005.10.003.
159. Demede D, Cheikhelard A, Hoch M, Mouriquand P. Médecine factuelle et reflux vésico-urétéral : *Ann Urol (EMC Urologie)*. 2006;40:161-171. doi:10.1016/S0003-4401(06)70854-0.
160. Gemmell C, Edwards C, Reddan T. Diagnostic Accuracy of Ureteric Jet Angle Measurement Using Color Doppler Ultrasonography in Children With Vesico-Ureteric Reflux: A Systematic Review. *J Ultrasound Med*. 2024 Nov; 43(11):2015-2025. doi: 10.1002/jum.16543. Epub 2024 Aug 5. PMID: 39101721.
161. Roebuck DJ, Howard RG, Metreweli C. How sensitive is ultrasound in detection of renal scars? *Br J Radiol*. 1999; 72:345-348. doi:10.1259/bjr. 72.856.10474458.
162. Foresman WH, Hulbert WC Jr, Rabinowitz R. Does urinary tract ultrasonography at hospitalization for acute pyelonephritis predict vesicoureteral reflux? *J Urol*. 2001;165:2232-2234. doi:10.1097/00005392-200106000-00075.
163. Kenda RB. Imaging techniques for the detection of vesicoureteric reflux: what and when? *Nephrol Dial Transplant*. 2001;16:4-7. doi:10.1093/ndt/16.suppl_6.4.
164. Darge K. Diagnosis of VUR with ultrasonography. *Pediatr Nephrol*. 2002;17:52-60. doi:10.1007/s00467-001-0734-7.
165. Galloy MA, Mandry D. L'échocystographie : une nouvelle méthode de détection et de suivi du RVU chez l'enfant. *J Radiol*. 2003;84:2055-2061.
166. Damasio MB, Bodria M, Durand E, et al. Comparative study between functional MR urography and renal scintigraphy to evaluate drainage curves and split renal function in children with CAKUT. *Front Pediatr*. 2020;7:527. doi:10.3389/fped.2019.00527.
167. Boss A, Martirosian P, Fuchs J, et al. Dynamic MR urography in children with uropathic disease – comparison with MAG3 scintigraphy. *Br J Radiol*. 2014;87:20140426. doi:10.1259/bjr.20140426.
168. Rohrschneider WK, Haufe S, Wiesel M, et al. Functional and morphologic evaluation of congenital urinary tract dilatation by combined static-dynamic MR urography. *Radiology*. 2002;224(3):683-694.
169. Leyendecker JR, Barnes CE, Zagoria RJ. MR urography: techniques and clinical applications. *Radiographics*. 2008; 28(1): 23-46. doi: 10.1148/rg.281075053.
170. Owen J, Edwards AD, Joubert I, et al. Interactive magnetic resonance imaging for pediatric vesicoureteric reflux. *Eur J Radiol*. 2013;82(3):e112-e119. doi:10.1016/j.ejrad.2012.11.013.
171. Tsiflikas I, Obermayr F, Werner S, et al. Functional magnetic resonance urography in infants: feasibility of a feed-and-sleep technique. *Pediatr Radiol*. 2019;49(3):351-357.
172. Ismaili K, Hall M, Piepsz A, et al. Primary vesicoureteral reflux detected in neonates with fetal renal pelvis dilatation. *J Pediatr*. 2006;148(2):222-227.
173. Altobelli E, Nappo SG, Guidotti M, Caione P. Vesicoureteral reflux in pediatric age: where are we today? *Urologia*. 2014; 81(2):76-87.
174. Chulunanda DA, Goonasekera CD, Shah V, et al. 15-year follow-up of renin and blood pressure in reflux nephropathy. *Lancet*. 1996;347(9002):640-643.
175. Shaikh N, Hoberman A, et al. Association between urinary tract infection and vesicoureteral reflux in children. *JAMA Pediatr*. 2023; 177(2):145-153.
176. Lopez Pereira P, et al. Significance of urinary pathogens in reflux nephropathy. *Pediatr Nephrol*. 2023; 38(1):85-92.
177. Haberman B, Rodriguez M, et al. Antibiotic resistance patterns in pediatric urinary tract infections. *Clin Pediatr (Phila)*. 2022; 61(7–8):385-392.
178. Duicu C, Cozea I, Delean D, et al. Antibiotic resistance patterns of urinary tract pathogens in children from Central Romania. *Exp Ther Med*. 2021; 22(1):748. doi:10.3892/etm.2021.10180.
179. Zorc JJ, Levine DA, et al. Diagnosis and management of pediatric urinary tract infections. *N Engl J Med*. 2022; 386(6):562-569.
180. Montini G, Toffolo A. Febrile urinary tract infections in children. *Lancet Child Adolesc Health*. 2021; 5(4):269-280.
181. Cheong HI, Lee YJ, Park JH. Predictive value of inflammatory markers in vesicoureteral reflux-related acute pyelonephritis in children. *Pediatr Nephrol*. 2023; 38(2):377-385.

182. Kokorowski PJ, Nelson CP, Routh JC. Role of acute phase reactants in diagnosis of pediatric urinary tract infections. *J Pediatr Urol.* 2021; 17(3):190-196.
183. Kim SH, Kim DY, Cho MH. Utility of inflammatory markers in predicting renal scarring in children with vesicoureteral reflux. *BMC Pediatr.* 2022; 22(1):144.
184. Nouri S, Aoun B, Ben Rejeb M. Inflammatory cytokines in children with vesicoureteral reflux: correlation with renal scarring. *Ann Pediatr Nephrol.* 2020; 8(2):57-63.
185. Schwartz GJ, Work DF, Furth SL. Estimating glomerular filtration rate in children with chronic kidney disease: reappraisal of the Schwartz formula. *Kidney Int Rep.* 2022;7(1):52-59.
186. Mekahli D, Van Damme-Lombaert R, Raes A. Long-term outcomes of children with reflux nephropathy: relevance of early GFR estimation. *Pediatr Nephrol.* 2020; 35(3):445-452.
187. Poventud-Fuentes I, Garnett E, Akcan-Arikan A, Devaraj S. Comparison of cystatin C- and creatinine-based equations with measured GFR in children. *J Appl Lab Med.* 2022;7(5):1016-1024. doi:10.1093/jalm/jfac043.
188. Tekgül S, et al. ESPU Guidelines on Pediatric Vesicoureteral Reflux Management. *Eur Soc Paediatr Urol.* 2024.
189. Silva AC, Silva JM, Diniz JS, Pinheiro SV, Lima EM, et al. Risk of hypertension in primary vesicoureteral reflux. *Pediatr Nephrol.* 2007; 22:459-462.
190. Alvarez N, Alvira RD, Ruiz YG, Atuan RF, Hinojosa AS, Heras MAR, Roldan MJ, Romero JG. Predicting long-term renal damage in children with vesicoureteral reflux under conservative initial management: 205 cases in a tertiary referral center. *Cent European J Urol.* 2018;71(1):142-147. doi: 10.5173/cej.2018.1513. Epub 2017 Jan 29. PMID: 29732221; PMCID: PMC5926634.
191. Yildiz N, et al. Clinical implications of VUR grade in predicting spontaneous resolution and surgical outcomes. *J Pediatr Urol.* 2023;19(1):59.e1-59.e8.
192. Lebowitz RL, et al. International system of radiographic grading of vesicoureteral reflux. *Pediatr Radiol.* 2020;50(1):43-49.
193. Ransley PG, Risdon RA. Reflux nephropathy: pathogenesis and clinical implications. *Pediatr Nephrol.* 2020;35(8):1427-1435.
194. Wennerström M, Hansson S, Jodal U. Recurrent urinary tract infections and renal damage in children with vesicoureteral reflux. *Pediatr Nephrol.* 2023;38(4):765-774.
195. Ramsay M, Sander C, Orellana P. Scintigraphic follow-up of children with VUR: clinical impact and predictive value. *Eur J Pediatr.* 2022;181(12):4157-4165.
196. Subramaniam R, Kogan BA. Vesicoureteral reflux: outcomes and complications in children. *Urol Clin North Am.* 2022;49(1):77-90.
197. Roberts JP, Atwell JD. Vesicoureteric reflux and urinary calculi in children. *Br J Urol.* 1989;64(1):10-12.
198. Goulin J, Demède D, Ranchin B, Mosca M, De-Mul A, Bidault Jourdainne V. What paediatricians need to know about modern urologic management of vesicoureteral reflux. *Front Pediatr.* 2025 Jun 26;13:1607019. doi: 10.3389/fped.2025.1607019. PMID: 40641902; PMCID: PMC12241063.
199. Bouissou FK, Brochard A, Garnier F, Bandin S, Decramer S. Faut-il rechercher le reflux vésico-urétéral ? *Arch Pédiatr.* 2009;16:906-908.
200. Zucchelli P, Gaggi R. Reflux nephropathy in adults. *Nephron.* 1991;57(1):2-9.
201. El-Khatib MT, Becker GJ, Kincaid-Smith P. Reflux nephropathy and primary vesicoureteric reflux in adults. *QJM.* 1990;77(3):1241-1253.
202. Deleau J, André JL, Briançon S, Musse JP. Chronic renal failure in children: epidemiological survey in Lorraine (France) 1975-1990. *Pediatr Nephrol.* 1994;8:472-476.
203. Ardissino G, Daccò V, Testa S, et al. Epidemiology of chronic renal failure in children: data from the Italkid project. *Pediatrics.* 2003;111:e382-e387.
204. Mathew TH. Reflux nephropathy as a cause of end-stage renal failure. In : Disney AP, ed. 12th Report of the Australian and New Zealand Combined Dialysis and Transplant Registry. Woodville : Australian Kidney Foundation; 1987. p. 115-121.
205. North American Pediatric Renal Trials and Collaborative Studies (NAPRTCS). North American Pediatric Renal Transplant Cooperative Study – Annual Report 2008. Rockville (MD): NAPRTCS; 2008.
206. Lopez M, et al. Growth retardation in children with reflux nephropathy: analysis of risk factors. *J Pediatr Urol.* 2021;17(2):105-111.
207. Tasian GE, et al. Health-related quality of life in children with vesicoureteral reflux: the RIVUR study. *J Pediatr Urol.* 2020;16(3):243.e1-243.e7.
208. Chen Y, Chen S, Zhang J, et al. Artificial intelligence in pediatric urology : a systematic review. *J Pediatr Urol.* 2023 ; 19(3) :300.e1-300.e9. doi:10.1016/j.jpuro.2023.01.003.
209. Tsai JD, Tsai CH, Lee HC, et al. Automated detection of pediatric vesicoureteral reflux using convolutional neural networks. *Comput Biol Med.* 2022 ; 147 :105729. doi:10.1016/j.combiomed.2022.105729
210. Baray, G., et al. (2024). "Deep-learning-based diagnosis and grading of vesicoureteral reflux : A novel approach for improved clinical decision-making." *Journal of Surgery and Medicine*, 5(1), 8020.
211. Khondker A, Kwong JCC, Rickard M, Skreta M, Keefe DT, Lorenzo AJ, Erdman L. A machine learning–based approach for quantitative grading of vesicoureteral reflux from voiding cystourethrograms: methods and proof-of-concept. *J Pediatr Urol.* 2022 ; 18:78.e1-78.e7. doi:10.1016/j.jpuro.2021.10.009. PMID: 34736872

212. Jamal N, Chiang G, Liu J, et al. Predicting surgical intervention in pediatric VUR using machine learning models. *J Pediatr Surg.* 2022 ; 57(11) :1272-1278. doi:10.1016/j.jpedsurg.2022.05.019.
213. Park JM, Nelson CP, Yu RN. Predictive modeling in pediatric vesicoureteral reflux using national registry data. *Urology.* 2021 ; 147:182–188. doi:10.1016/j.urology.2020.09.046.
214. Kabir S, Pippi Salle J, Chowdhury MEH, Abbas TO. Quantification of vesicoureteral reflux using machine learning. *J Pediatr Urol.* 2024 ; 20(2):257-264. doi:10.1016/j.jpuro.2023.10.030. PMID: 37980211.
215. Yilmaz, S., et al. (2025). "Use of Artificial Intelligence in Vesicoureteral Reflux Disease : A Comparative Study of Guideline Compliance." *J Clin Med*, 14(7), 2378. (Évalue la conformité des IA avec les directives de traitement du RVU).
216. Bertsimas, D., et al. (2021). "Selecting Children with VUR Who are Most Likely to Benefit from Antibiotic Prophylaxis : Application of Machine Learning to RIVUR." ResearchGate. (Modèle d'IA pour optimiser la prophylaxie antibiotique).
217. Forrest CB, Margolis PA, Bailey LC, Marsolo K, Del Beccaro MA, Finkelstein JA, Milov DE, Vieland VJ, Wolf BA, Yu FB, Kahn MG. PEDSnet : a National Pediatric Learning Health System. *J Am Med Inform Assoc.* 2014 Jul-Aug ; 21(4) :602-6. doi : 10.1136/amiajnl-2014-002743. Epub 2014 May 12. PMID : 24821737 ; PMCID : PMC4078288
218. Aigrain Y. Reflux vésico-urétéral. *Médecine Thérapeutique/Pédiatrie.* 2004;7(3):187–190.
219. Nelson CP. The outcome of surgery versus medical management in the treatment of vesicoureteral reflux. *Adv Urol.* 2008;2008:437560. doi:10.1155/2008/437560. PMID: 18670634; PMCID: PMC2479883.
220. Weiss R, Duckett J, Spitzer A. Results of a randomized clinical trial of medical versus surgical management of infants and children with grades III and IV primary vesicoureteral reflux. *J Urol.* 1992;148:1667–1673.
221. Wennerström M, Hansson S, Jodal U, Stokland E. Disappearance of vesicoureteral reflux in children. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 1998;152(9):879–883. doi:10.1001/archpedi.152.9.879. PMID: 9743033.
222. Smith DP, Kaplan WE, Oyasu R. Evaluation of polydimethylsiloxane as an alternative in the endoscopic treatment of vesicoureteral reflux. *J Urol.* 1994;152(4):1221–1224. doi:10.1016/S0022-5347(17)32552-1. PMID: 8072107.
223. Smellie JM, Grüneberg RN, Leakey A, Atkin WS. Long-term low-dose co-trimoxazole in prophylaxis of childhood urinary tract infection: clinical aspects. *Br Med J.* 1976;2(6029):203–206. doi:10.1136/bmj.2.6029.203. PMCID: PMC1687322.
224. Jodal U, Koskimies O, Hanson E, Löhr G, Olbing H, Smellie J, Tamminen-Möbius T. Infection pattern in children with vesicoureteral reflux randomly allocated to operation or long-term antibacterial prophylaxis: The International Reflux Study in Children. *J Urol.* 1992;148(5 Pt 2):1650–1652. doi:10.1016/S0022-5347(17)36994-X. PMID: 1433581.
225. Rushton HG, Majd M, Jantusch B, Wiedermann BL, Belman AB. Renal scarring following reflux and nonreflux pyelonephritis in children: evaluation with 99mtechnetium-dimercaptosuccinic acid scintigraphy. *J Urol.* 1992;147(5):1327–1332. doi:10.1016/S0022-5347(17)37555-9. PMID: 1314912.
226. Yu TJ, Chen WF. Surgical management of grades III and IV primary vesicoureteral reflux in children with and without acute pyelonephritis as breakthrough infections: a comparative analysis. *J Urol.* 1997;157(4):1404–1406. PMID: 9120964.
227. Wheeler D, Vimalachandra D, Hodson EM, Roy LP, Smith G, Craig JC. Antibiotics and surgery for vesicoureteric reflux: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Arch Dis Child.* 2003;88(8):688–694. doi:10.1136/ad.88.8.688. PMCID: PMC1719586.
228. Sahuquillo-Arce JM, Selva M, Perpiñán H, et al. Antimicrobial resistance in more than 100,000 *Escherichia coli* isolates according to culture site and patient age, gender, and location. *Antimicrob Agents Chemother.* 2011;55(3):1222–1228. doi:10.1128/AAC.00765-10. PMID: 21220537.
229. Brendstrup L, Hjelt K, Petersen KE, et al. Nitrofurantoin versus trimethoprim prophylaxis in recurrent urinary tract infection in children: a randomized, double-blind study. *Acta Paediatr Scand.* 1990;79(12):1225–1234. doi:10.1111/j.1651-2227.1990.tb11414.x. PMID: 2085111.
230. Cunnning DA, Selman H, Smith GHH, Zderic SA, Snyder HM III, Duckett JW. Resolution rates in patients with primary vesicoureteral reflux. Annual Meeting of the Section on Urology, American Academy of Pediatrics, San Francisco (CA); October 14–16, 1995.
231. Uhari M, Nuutinen M, Turtinen J. Adverse reactions in children during long-term antimicrobial therapy. *Pediatr Infect Dis J.* 1996;15(5):404–408. doi:10.1097/00006454-199605000-00005. PMID: 8724061.
232. Wang HHS, Gbadegesin RA, Foreman JW, et al. Efficacy of antibiotic prophylaxis in children with vesicoureteral reflux: systematic review and meta-analysis. *J Urol.* 2015; 193(3): 963–969. doi:10.1016/j.juro.2014.09.099.
233. Roussey-Kessler G, Gadjos V, Idres N, et al. Antibiotic prophylaxis for the prevention of recurrent urinary tract infection in children with low-grade vesicoureteral reflux : results from a prospective randomized study. *J Urol.* 2008 ; 179 :674–679. Doi :10.1016/j.juro.2007.09.076.

234. Williams GJ, Wei L, Lee A, Craig JC. Long-term antibiotics for preventing recurrent urinary tract infection in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006 ;(3):CD001534. Doi :10.1002/14651858.CD001534.pub2.
235. Oualha M, Larakeb SA, Dunand O, Ulinski T, Bensman A. Arrêt de l'antibioprophylaxie urinaire dans les reflux vésico-urétéraux de grade I à III. *Arch Pédiatr*. 2010 ;17(1):3–9. Doi :10.1016/j.arcped.2009.09.023.
236. Conlon R, White M, Malik T. Antimicrobial resistance in urinary pathogens in children with vesicoureteral reflux. *Pediatr Nephrol*. 2023 ; 38(3):721–728. Doi :10.1007/s00467-022-05832-2.
237. Routh JC, Inman BA, Reinberg Y. Individualizing treatment for vesicoureteral reflux. *Urology*. 2021 ; 156:9–15. Doi :10.1016/j.urology.2021.05.026.
238. Matouschek E. Die Behandlung des vesikoureteralen Refluxes durch transurethrale Einspritzung von Teflonpaste. *Urologe A*. 1981 ; 20:263–264.
239. O'Donnell B, Puri P. Treatment of vesicoureteral reflux by endoscopic injection of Teflon. *Br Med J*. 1984 ; 289:7–9.
240. Oberritter Z, Somogyi R, Juhász Z, Pintér ÁB. Role of the Teflon deposit in the recurrence of vesicoureteral reflux. *Pediatr Nephrol*. 2008 ;23(5):775–778. Doi :10.1007/s00467-007-0725-6.
241. Dave S, Joyce A, et al. A review of the effect of injected dextranomer/hyaluronic acid copolymer volume on success rates following endoscopic correction of vesicoureteral reflux. *Adv Urol*. 2008 ; 2008:513854. Doi :10.1155/2008/513854.
242. Schulman CC. Traitement endoscopique du reflux vésico-urétéral chez l'enfant. *Chir Pédiatr*. 1986 ; 27:181–184.
243. Puri P, Granata C. Multicenter survey of endoscopic treatment of vesicoureteral reflux using polytetrafluoroethylene. *J Urol*. 1998 ;160:1007–1011.
244. Frey P, Berger D, Jenny P, Herzog B. Subureteral collagen injection for the endoscopic treatment of vesicoureteral reflux in children : follow-up study of 97 treated ureters and histological analysis of collagen implants. *J Urol*. 1992 ;148:718–723.
245. Lipsky H, Wurnschimmel E. Endoscopic treatment of vesicoureteric reflux with collagen. *Br J Urol*. 1993 ;72:965–968.
246. Atala A, Cima L, Kim W, Vacanti JT, Retik AB. Injectable alginate seeded with chondrocytes as potential treatment of vesicoureteric reflux. *J Urol*. 1993 ;150(Suppl 2):745.
247. Chancellor MB, Rivas DA, Staas WE Jr, et al. Cystoscopic autologous fat injection treatment of vesicoureteral reflux in spinal cord injury. *J Am Paraplegia Soc*. 1994 ;17:50–54.
248. Mevorach R, Rabinowitz R, Beck C, Hulbert W. Endoscopic treatment of vesicoureteric reflux with Coaptite : the first 50 patients. *J Urol*. 2002 ;167:107.
249. Mevorach R, Hulbert W, Rabinowitz R, et al. Results of a two-year multicenter trial of endoscopic treatment of vesicoureteric reflux with synthetic calcium hydroxyapatite. *J Urol*. 2006 ;175(1):288–291.
250. Kirsch AJ, Perez-Brayfield M, Smith EA, Scherz HC. Minimally invasive treatment of vesicoureteral reflux with endoscopic injection of dextranomer/hyaluronic acid copolymer : the Children's Hospitals of Atlanta experience. *J Urol*. 2003 ; 170:211–215. Doi :10.1097/01.ju.0000072523.43060.A0.
251. Läckgren G, Wählin N, Sköldenberg E, Nevéus T, Stenberg A. Endoscopic treatment of vesicoureteral reflux with dextranomer/hyaluronic acid copolymer is effective in either double ureters or a small kidney. *J Urol*. 2003 ;170:1551–1555.
252. Routh JC, Ashley RA, Sebo TJ, Vandersteen DR, Slezak J, Reinberg Y. Histopathological changes associated with dextranomer/hyaluronic acid injection for pediatric vesicoureteral reflux. *J Urol*. 2007 ;178:1707–1710.
253. Lopez M, Varlet F. Reflux vésico-urétéral de l'enfant : diagnostic et traitement. *EMC Pédiatrie/Urologie pédiatrique*. Paris : Elsevier Masson ; 2010. Article 37-045-A-10.
254. Dodat H, Aubert D, Chavier Y, Geiss S, Guys JM, Lacombe A, et al. Reflux vésico-urétéral chez l'enfant : résultats à long terme du traitement endoscopique par injection de Macroplastique. *Prog Urol*. 2004 ;14:380–384.
255. Dodat TH, Valmalle AF, Weidmann JD, Collet F, Pelizzo G, Dubois R. Traitement endoscopique du reflux vésico-rénal chez l'enfant : bilan de 5 ans d'utilisation de macroplastique. *Prog Urol*. 1998 ;6:1001–1006.
256. Herz D, Hafez A, Bagli D, Capolicchio G, McLorie G, Khoury A. Efficacy of endoscopic subureteral polydimethylsiloxane injection for treatment of vesicoureteral reflux in children : a North American clinical report. *J Urol*. 2001 ;166:1880–1886.
257. Aubert D, Fotso A. Traitement endoscopique du reflux vésico-urétéral par implant de polydiméthylsiloxane : revue de la littérature. *Prog Urol*. 2009 ;20(4):251–259.
258. Kirsch AJ, Perez-Brayfield M, Smith EA, Scherz HC. The modified STING procedure to correct vesicoureteral reflux : improved results with submucosal implantation within the intramural ureter. *J Urol*. 2004 ;171:2413–2416.
259. Weber DM, Gapany C, Meyrat BJ, Frey P, Gobet R. Place de l'endoscopie dans le traitement du reflux vésico-urétéral chez l'enfant. *Pediatrica*. 2010 ;21(2):13–14.
260. Nascimben F, Molinaro F, Maffi M, Nino F, Lachkar A, Zislin M, Ogunleye M, Becmeur F, Messina M, Cobellis G, Angotti R, Talon I. Endoscopic injection vs anti-reflux surgery for moderate- and high-grade vesicoureteral reflux in children : a cost-effectiveness international study. *J Robot Surg*. 2024 ; doi :10.1007/s11701-024-02103-5.

261. Schulman CC. A new uro-implant for the endoscopic correction of reflux. Proc Eur Assoc Urol Congress. Gênes ; 1992.
262. Dewan PA. Re : Evaluation of polydimethylsiloxane as an alternative in the endoscopic treatment of vesicoureteral reflux. J Urol. 1995 May ;153(5) :1644-5. Doi : 10.1016/s0022-5347(01)67490-1. PMID : 7714998.
263. Holmdahl G, et al. Swedish reflux trial in children : II. Vesicoureteral reflux outcome. J Urol. 2010 ;184 :280–285. Doi :10.1016/j.juro.2010.01.061.
264. Kocherov S, Ulman I, Nikolaev S, Corbetta JP, Rudin Y, Slavkovic A, Dokumcu Z, Avanoglu A, Menovshchikova L, Kovarskiy S, Skliarova T, Weller S, Bortagaray JI, Lopez JC, Durán V, Burek C, Sager C, Maruhnenko D, Garmanova T, Djamal A, Jovanovic Z, Vacic N, Abu Arafah W, Chertin B. Multicenter survey of endoscopic treatment of vesicoureteral reflux using polyacrylate-polyalcohol bulking copolymer (Vantris). Urology. 2014 Sep ;84(3) :689-93. Doi : 10.1016/j.urology.2014.04.033. PMID : 25168553.
265. Nordenström J, et al. High-grade vesicoureteral reflux in infants : bladder function findings from the Swedish Reflux Trial. J Pediatr Urol. 2017 ;13 :139–145.
266. Capozza N, Montini G, Caione P, et al. European registry on endoscopic treatment of vesicoureteral reflux : a 3-year follow-up analysis. Eur Urol Focus. 2023 ;9(3) :594–601.
267. Brandström P, Nevéus T, Sixt R, Stokland E, Jodal U, Hansson S ; Swedish Reflux Trial in Children. The Swedish Reflux Trial in Children : IV. Renal damage. J Urol. 2010 ; 184(1) :292–297. doi : 10.1016/j.juro.2010.03.059. PMID : 20488496.
268. Dave S, Braga LH, Lorenzo AJ. Long-term outcomes of endoscopic treatment for vesicoureteral reflux in children : a systematic review. J Pediatr Urol. 2017 ; 13(6) :520–528.
269. Stenberg A, Lackgren G. Endoscopic treatment of children with vesicoureteral reflux : IV. Long-term follow-up. J Urol. 1998 Dec ;160(6 Pt 2) :1845-1849. Doi :10.1016/S0022-5347(01)62410-5. PMID : 9817321.
270. Darby R. A Surgical Temptation : The Demonization of the Foreskin and the Rise of Circumcision in Britain. University of Chicago Press ; 2005.
271. Morris BJ, Bailis SA, Wiswell TE. Circumcision Rates in the United States : Rising or Falling ? J Urol. 2019 ; 201(2) :277-280.
272. Wahyudi I, Raharja PAR, Situmorang GR, Rodjani A. Circumcision reduces urinary tract infection in children with antenatal hydronephrosis : Systematic review and meta-analysis. J Pediatr Urol. 2023 Feb ; 19(1) :66-74.
273. Zeitler M, Rayala B. Neonatal Circumcision. Prim Care. 2021 Dec ;48(4) :597-611. Doi : 10.1016/j.pop.2021.08.002. Epub 2021 Oct 14. PMID : 34752272.
274. Singh-Grewal D et al. Circumcision for prevention of urinary tract infection. Arch Dis Child. 2005 ; 90(8) :853-858.
275. Kose E, Yavascan O, Turan O, Kangin M, Bal A, Alparslan C, Sirin Kose S, Kuyum P, Aksu N. The effect of circumcision on the frequency of urinary tract infection, growth and nutrition status in infants with antenatal hydronephrosis. Ren Fail. 2013 ; 35(10) :1365-9.
276. Abara EO. Prepuce health and childhood circumcision : Choices in Canada. Can Urol Assoc J. 2017 Jan-Feb ;11(1-2Suppl1) :S55-S62. doi : 10.5489/cuaj.4447. PMID : 28265321 ; PMCID : PMC5332238.
277. Frisch M, Earp BD. Circumcision of male infants and children as a public health measure in developed countries : A critical assessment of recent evidence. Glob Public Health. 2018 May ; 13(5) : 626-641. Doi : 10.1080/17441692.2016.1184292. Epub 2016 May 19. PMID : 27194404.
278. Dodat H, Hermelin B, Pouillaude JM, et al. Résultats chirurgicaux des réimplantations urétéro-vésicales chez l'enfant. J Urol (Paris). 1987 ;93(3) :131–136.
279. Merrot T, Ouedraogo I, Hery G, Alessandrini P. Résultats préliminaires : traitement endoscopique du reflux vésico-urétéral chez l'enfant : étude prospective comparative Deflux®/Coaptite®. Prog Urol. 2005 ;15 :1114–1119.
280. Politano VA, Leadbetter WF. An operative technique for the correction of vesicoureteral reflux. J Urol. 1958 ;79 :932–941.
281. Glenn JF, Anderson EE. Distal tunnel ureteral reimplantation. J Urol. 1967 ;97 :623–626.
282. Cohen SJ. Vesicoureteral reflux : a new surgical approach. J Urol. 1975 ; 114(4) :688–692. Doi : 10.1016/S0022-5347(17)67052-0.
283. Gil-Vernet JM. A new technique for surgical correction of vesicoureteral reflux. J Urol. 1984 ;131 :456–458.
284. Sillén U. Vesicoureteral reflux in children. Pediatr Nephrol. 1999 ;13 :355–361.
285. Barrou B, Bitker MO, Chatelain C. Réimplantations urétéro-vésicales antireflux. EMC – Techniques chirurgicales – Urologie. 1990 ;(41-133).
286. Kuss R, Chatelain C. Surgery of vesico-uretero-renal reflux. In : Surgery of the ureter. Handbuch der Urologie XIII/3. Encyclopedia of Urology. Berlin : Springer-Verlag ; 1975. P. 189–216.
287. Kass EJ, Kogan BA. Vesicoureteral reflux and ureteral reimplantation. In : Docimo SG, Canning DA, Khoury AE (eds). The Kelalis–King–Belman Textbook of Clinical Pediatric Urology. 5th ed. London : Informa Healthcare ; 2007. P. 655–690.
288. Baek M, Woo R. Current surgical management of vesicoureteral reflux. Pediatric Nephrology. 2013 ;28(10) :1811-1821. Doi : 10.1007/s00467-013-2490-8. PMID : 23636521
289. Carpentier PJ, Bettink PJ, Hop WC, Schröder FH. Reflux : a retrospective study of 100 ureteric reimplantations by the Politano-Leadbetter method and 100 by the Cohen technique. Br J Urol. 1982 ;54 :230–233.

290. Paquin AJ. Ureterovesical anastomosis : a method for transplanting the ureter into the bladder. *J Urol.* 1959 ;81(4) :406–411. Doi :10.1016/S0022-5347(17)66331-3. PMID : 13645551.
291. Sforza S, et al. A multi-institutional European comparative study of open versus robotic-assisted laparoscopic ureteral reimplantation in children with high-grade vesicoureteral reflux. *J Pediatr Urol.* 2024 ; [Epub ahead of print].
292. Grasset D. Le reflux vésico-rénal primitif chez l'enfant : à propos de 240 cas opérés. *Bordeaux Méd.* 1978 ;11 :1855–1858.
293. Mikou AA. Les réimplantations urétéro-vésicales. In : 9^e Congrès national d'urologie, Société marocaine d'urologie, Hôpital Ibn Sina, Rabat, 19–21 oct 2000. P. 1–12.
294. Zaontz MR, Maizels M, Sugar EC, Firlit CF. Detrusorrhaphy : extravesical ureteral advancement to correct vesicoureteral reflux in children. *J Urol.* 1987 ;138(2 Pt 2) :947–949.
295. Zaontz MR. Extravesical ureteral advancement : a minimally invasive method of ureteral reimplantation for vesicoureteral reflux. *J Urol.* 1987 ;138(3) :505–508. PMID : 3497810.
296. Putman S, Wicher C, Wayment R, Harrell B, De Vries C, Snow B, et al. Unilateral extravesical ureteral reimplantation in children performed on an outpatient basis. *J Urol.* 2005 ;174 :1987–1990.
297. Silay MS, Turan T, Kayalı Y, Başbüyük İ, Günaydın B, Caskurlu T, et al. Comparison of intravesical (Cohen) and extravesical (Lich-Gregoir) ureteroneocystostomy in unilateral primary vesicoureteric reflux. *J Pediatr Urol.* 2018 ;14 :65.e1–65.e4.
298. Paquin AJ. Uretero-vesical anastomosis : description and evaluation of a technique. *J Urol.* 1959 ;82 :573–583.
299. Politano VA, Leadbetter WF. Ureterovesical surgery for vesicoureteral reflux. *J Urol.* 1963 ;89 :821–833. PMID : 13988274
300. Paquin AJ, Zinner NR, Arbuckle LD. Mechanical factors influencing the demonstrability of vesicoureteral reflux. *Am J Surg.* 1964 ;107 :492–496.
301. Cendron M. Vesicoureteral reflux : surgical techniques. *Urol Clin North Am.* 1980 ;7(2) :273–283.
302. Jurascheck F, Fernandez R, Al Salti R, Yassine F. [Fielding's intervention in vesico-ureteric reflux and its limits]. *Ann Urol (Paris).* 1984 ;18(2) :132–4. PMID : 6529208.
303. Mathisen W. Vesicoureteral reflux and its surgical correction. *Surg Gynecol Obstet.* 1964 ;118 :965–971.
304. Spellman RM, Stiles RE, Kelly PF, Legere GA. Surgical correction of vesicoureteral reflux : a comparison of ureterovesicoplasty (Bischoff technique) with ureteroneocystostomy (Paquin technique). *J Urol.* 1969 ;101(4) :527–529. Doi :10.1016/S0022-5347(17)62374-7.
305. Winter CC. Clinical application of an operation to correct vesicoureteral reflux. *J Urol.* 1966 ;95(6) :794–798.
306. Mollard P. Le reflux vésico-rénal. In : Précis d'urologie de l'enfant. Paris : Masson ; 1984. P. 67–98.
307. Higuchi TT, Granberg CF, Fox JA, Cooper CS. Outcomes of Cohen cross-trigonal ureteral reimplantation for primary vesicoureteral reflux : long-term follow-up. *J Urol.* 2010 ;184(4 Suppl) :1623–1627.
308. Emir H, Mammadov E, Elicevik M, Buyukunal C, Soylet Y. Transvesicoscopic cross-trigonal uretero-neocystostomy in children : a single-center experience. *J Pediatr Urol.* 2012 ; 8(1) :83–86. Doi :10.1016/j.jpuro.2010. 10.005. PMID : 21084225.
- Ansari MS, Banthia R, Jain S, Kaushik VN, Danish N, Yadav P. Long term outcomes of Cohen's cross trigonal reimplantation for primary vesicoureteral reflux in poorly functioning kidney. *World J Clin Cases.* 2023 ;11(16) :3750–3755.
309. Chang J, Zhang Q, Wang D, et al. Comparative Clinical Study Between Modified Ureteral Orthotopic Reimplantation and Cohen Method Under Pneumovesicum in Pediatric Patients With Hydroureteronephrosis. *Front Pediatr.* 2020 ;8 :62.
310. Mandal S, Chatterjee US, Jana D, et al. Vesicoscopic versus open Cohen ureteral reimplantation in children : comparative outcomes. *J Clin Med.* 2023 ;12 :5686. Doi :10.3390/jcm12175686.
311. Pohl HG, Belman AB. Ureteral reimplantation : current concepts and controversies. *World J Urol.* 2019 ;37 :1791–1798. Doi :10.1007/s00345-019-02735-3.
312. Gil-Vernet JM. A simplified technique for the correction of vesicoureteral reflux by intravesical ureteral advancement. *J Urol.* 1986 Apr ;135(4) :727–729. Doi :10.1016/S0022-5347(17)45869-4. PMID : 3959180.
313. Mirshemirani A, Khaleghnejad Tabari A, Roshanzamir F, Shayeghi S. Gil-Vernet antireflux surgery in children's primary vesicoureteral reflux. *Pediatr Surg Int.* 2010 ;26(10) :981–984. Doi :10.1007/s00383-010-2651-0. PMID : 20683511.
314. Gerwinn T, Zellner M, Prouza A, et al. Long-term follow-up after ureteral reimplantation in children : a 12-year analysis. *Pediatr Surg Int.* 2025 ;41 :95. Doi :10.1007/s00383-025-05992-1.
315. Janetschek G, Radmayr C, Bartsch G. Laparoscopic ureteral antireflux plasty reimplantation : first clinical experience. *Ann Urol (Paris).* 1995 ;29(2) :101–105.
316. Janssen T, Bassi S, Cussenot O, Colomer S, Teillac P, Le Duc A. Traitement laparoscopique du reflux vésico-urétéral chez le porc : rapport préliminaire. *Prog Urol.* 1994 ;4 :70–75.
317. Ehrlich RM, Gershman A, Fuchs G. Laparoscopic vesicoureteroplasty in children : initial case reports. *Urology.* 1994 ;43(2) :255–261.
318. Okamura K, Kato N, Tsuji Y, Ono Y, Ohshima S. Comparative study of endoscopic trigonoplasty for vesicoureteral reflux in children and adults. *J Urol.* 1999 ;162 :562–566.

319. Gill IS, Ponsky LE, Desai M, Kay R, Ross JH. Laparoscopic cross-trigonal Cohen ureteroneocystostomy: novel technique. *J Urol.* 2001 ;166(5) :1811–1814. Doi :10.1016/S0022-5347(05)65567-5.
320. Cartwright PC, Snow BW, Mansfield JC, Hamilton BD. Percutaneous endoscopic trigonoplasty : a minimally invasive approach to correct vesicoureteral reflux. *J Urol.* 1996 ;156(2 Suppl) :661–664.
321. Lee HY, Park JM, Kim KS. Combined laparoscopic and endoscopic ureteral reimplantation for vesicoureteral reflux in children : technical feasibility and early outcomes. *J Pediatr Urol.* 2022 ; 18(2) :120.e1–120.e7. doi :10.1016/j.jpuro. 2021.12.002.
322. Shin DH, Lee SY, Koo HP. Hybrid endoscopic-laparoscopic Cohen ureteral reimplantation : a novel minimally invasive approach for bilateral vesicoureteral reflux. *Urology.* 2023 ;172 :82–88. Doi :10.1016/j.urology.2022.09.027.
323. Subramaniam R, Dickson AP. Management of vesicoureteric reflux in children : current concepts and future directions. *Pediatr Nephrol.* 2019 ;34(11) :2035–2046. Doi :10.1007/s00467-018-4071-x.
324. Olsen LH, Deding D, Yeung CK, Jørgensen TM. Computer-assisted laparoscopic pneumovesical ureter reimplantation à la manière de Cohen : expérience expérimentale chez le porc. *APMIS Suppl.* 2003 ;109 :1–8.
325. Yeung CK, Borzi PA. Réimplantation urétérale pneumovésicoscopique de Cohen sous CO₂ : nouvelle technique mini-invasive. *BJU Int.* 2002 ;89(Suppl 2) :81–86.
326. Yeung CK, Sihoe JD, Borzi PA. Transtrigonal endoscopic ureteral reimplantation under CO₂ insufflation : a new minimally invasive technique. *J Endourol.* 2005 ;19(3) :295–299. Doi :10.1089/end.2005.19.295.
327. Olsen LH, Rawashdeh YF, Jørgensen TM. Endoscopic (transvesical) cross-trigonal ureteral reimplantation : an experimental study in a porcine model. *J Endourol.* 2003 ;17(9) :721–724. Doi : 10.1089/089277903322518737 PMID : 14744376
328. Canon SJ, Jayanthi VR, Patel AS. Vesicoscopic cross-trigonal ureteral reimplantation : a minimally invasive option for vesicoureteral reflux repair. *J Urol.* 2007 ;178(6) :269–273. Doi :10.1016/j.juro.2007.03.089.
329. Transvesical laparoscopic cross-trigonal ureteral reimplantation for correction of vesicoureteral reflux : initial experience and comparisons between adult and pediatric cases. Kawauchi A, Naitoh Y, Soh J, Hirahara N, Okihara K, Miki T. *J Endourol.* 2009 ; 23(11) :1875–1878. Doi :10.1089/end.2009.0239. PMID : 19619062.
330. Fernández-Alcaráz C, Jiménez A, Pérez-López L, et al. Laparoscopic versus open extravesical ureteral reimplantation in pediatric patients : a comparative study of outcomes. *J Pediatr Urol.* 2022 ;18(2) :159.e1–159.e6. doi :10.1016/j.jpuro.2021.12.003.
331. Zhu X, Wang J, Zhu H, Huang L, Chen C, et al. Lich-Gregoir vesico-ureteral reimplantation for duplex kidney anomalies in the pediatric population : a retrospective cohort study between laparoscopic and open surgery. *Transl Pediatr.* 2021 ; 10(1) :26–32. Doi :10.21037/tp-20-163.
332. Hayn MH, Smaldone MC, Ost MC, Docimo SG. Minimally invasive treatment of vesicoureteral reflux. *Urol Clin North Am.* 2008 ; 35 (3) : 477–488. Doi :10.1016/j.ucl.2008.05.006.
333. Bayne A, Farhat WA, Lee LC, Pippi Salle JL, Bagli DJ, Lorenzo AJ. Laparoscopic extravesical ureteral reimplantation : 10-year experience and long-term outcomes. *J Urol.* 2012 ; 188 (4 Suppl) : 1643–1647. Doi :10.1016/j. juro.2012.02.033.
334. Riquelme M, Araya JC, Rodríguez-Niedenführ M, et al. Laparoscopic extravesical ureteral reimplantation in children : a 10-year experience. *J Pediatr Urol.* 2013 ;9(6 Pt A) :1055–1060. Doi :10.1016/j.jpuro.2013.03.021.
335. El-Ghoneimi A. et al., 2018 – France / Europe Laparoscopic extravesical ureteral reimplantation for vesicoureteral reflux : a multicenter European experience. *J Pediatr Urol.* 2018 ;14(2) :138.e1–138.e7. PMID : 29413401.
336. Bansal D. et al., 2017 — Inde / Asie du Sud Laparoscopic extravesical ureteric reimplantation in children : lessons learned from 100 consecutive cases. *J Indian Assoc Pediatr Surg.* 2017 ;22(4) :246–251. PMID : 29238309.
337. Dhillon HK, Pope JC IV, Husmann DA. Laparoscopic extravesical ureteric reimplantation in children : medium-term results of 159 renal units in 117 children. *J Pediatr Urol.* 2017 ;13(6) :665.e1–665.e6. doi :10.1016/j.jpuro.2017.08.003.
338. Kumar M, Kekre NS, Gopalakrishnan G, et al. Transperitoneal laparoscopic extravesical ureteric reimplantation in children : results and modifications. *Indian J Urol.* 2017 ;33(2) :158–163. Doi :10.4103/0970-1591.203426.
339. Nguyen C, Bachtel H, Koh CJ. Pediatric robotic urologic surgery : pyeloplasty and ureteral reimplantation. *Semin Pediatr Surg.* 2023 ;32 :151264. Doi :10.1016/j.sempedsurg.2023.151264.
340. Esposito C, Masieri L, Steyaert H, Escolino M, La Manna A, et al. Robot-assisted extravesical ureteral reimplantation (REVUR) for unilateral vesicoureteral reflux in children : results of a multicentric international survey. *World J Urol.* 2018 ;36 :2103–2111. Doi :10.1007/s00345-017-2155-9.
341. Molinaro F, Nascimben F, Todesco C, Fusi G, Chiarella E, Planchamp T, et al. Robotic approach to the uretero-vesical junction in children : an international multicentric retrospective study. *Int J Med Robot Comput Assist Surg.* 2023 ;19 :e02539. Doi :10.1002/rcs.2539.
342. Song SH, Kim KS. Current status of robot-assisted laparoscopic surgery in pediatric urology. *Korean J Urol.* 2014 ;55(8) :499–504.

343. Chen J, Kang Y, Lin S, He S, He Y, Xu X, et al. Single-port plus one pediatric robotic-assisted Lich-Gregoir ureteral reimplantation : comparative analysis of short-term outcomes. *BMC Urol.* 2024 ;24 :1467. Doi :10.1186/s12894-024-01467-y.
344. Peters CA, Woo R. Intravesical robotically assisted bilateral ureteral reimplantation. *J Endourol.* 2005 ;19(6) :618–622. Doi :10.1089/end.2005.19.618.
345. Timberlake MD, Peters CA. Current status of robotic-assisted surgery for vesicoureteral reflux in children. *Curr Opin Urol.* 2017 ;27(4) :337–344. Doi :10.1097/MOU.0000000000000357.
346. Kasturi S, Sehgal SS, Christman MS, Lambert SM, Casale P. Long-term outcomes of nerve-sparing extravesical robotic-assisted ureteral reimplantation in children. *Urology.* 2012 ;79(1) :153–158. Doi :10.1016/j.urology.2011.10.005.
347. Boysen WR, Ellison JS, Kim C, Koh CJ, Noh P, Whittam B, et al. Multi-institutional review of outcomes and complications of robot-assisted laparoscopic extravesical ureteral reimplantation for primary vesicoureteral reflux in children. *J Urol.* 2017 ;197 :149–156.
348. Schober MS, Jayanthi VR. Vesicoscopic ureteral reimplantation : is there a role in the age of robotics ? *Urol Clin North Am.* 2015 ;42 :53–59.
349. Routh JC, Huang L, Retik AB, Nelson CP. Contemporary trends in the management of vesicoureteral reflux in the United States. *Pediatrics.* 2022 ;150(1) :e2022056211. Doi :10.1542/peds.2022-056211.
350. Ansari MS, Banthia R, Jain S, Kaushik VN, Danish N, Yadav P. Long-term outcomes of Cohen's cross-trigonal reimplantation for primary vesicoureteral reflux in poorly functioning kidney. *World J Clin Cases.* 2023 ;11(16) :3750–3755.
351. Mattioli G, Esposito C, Pini Prato A, et al. From open to robotic surgery in pediatric ureteral reimplantation : outcomes over time. *Front Surg.* 2025 ;12 :1573233.
352. Baek M, Koh CJ. Lessons learned over a decade of pediatric robotic ureteral reimplantation. *Investig Clin Urol.* 2017 Jan ;58(1) :1-8. Doi :10.4111/icu.2017.58.1.3. PMID : 28123791.
353. Association pour le Traitement de la Douleur de l'Enfant (ATDE), Pédiadol. La douleur de l'enfant : stratégies soignantes de prévention et de prise en charge. *Pédiadol* ; décembre 2006 : 27-29.
354. Merkel S, Voepel-Lewis T, Shayevitz AB, Malviya S. The FLACC : a behavioral scale for scoring postoperative pain in young children. *Pediatr Nurs.* 1997 May-Jun ;23(3) :293-7. PMID : 9220806.
355. Hicks CL, von Baeyer CL, Spafford PA, van Korlaar I, Goodenough B. The Faces Pain Scale-Revised (FPS-R) : toward a common metric in pediatric pain measurement. *Pain.* 2001 Aug ;93(2) :173-82. Doi : 10.1016/S0304-3959(01)00314-1.
356. Stinson JN, Kavanagh T, Yamada J, Gill N, Stevens B. Systematic review of the psychometric properties, interpretability and feasibility of self-report pain intensity measures for use in clinical trials in children and adolescents. *Pain.* 2006 ;125(1-2) :143-57. Doi : 10.1016/j.pain.2006.05.006
357. Bodian CA, Freedman G, Hossain S, Eisenkraft JB, Beilin Y. The visual analog scale for pain : clinical significance in postoperative patients. *Anesthesiology.* 2001 Dec ;95(6) :1356-61. Doi : 10.1097/00000542-200112000-00013. PMID : 11748392.
358. Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé (ANAES). Évaluation et stratégies de prise en charge de la douleur aiguë en ambulatoire chez l'enfant d'un mois à 15 ans. *Arch Pediatr.* 2001 ;8(4) :420-32. Doi : 10.1016/S0929-693X(01)00513-1.
359. Haute Autorité de Santé (HAS). Évaluation et stratégies de prise en charge de la douleur aiguë en ambulatoire chez l'enfant de 1 mois à 15 ans. Paris : HAS ; 2008. Disponible sur : <https://www.has-sante.fr>.
360. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR), Société Française de Chirurgie Pédiatrique (SFCP). Recommandations pour la prise en charge de la douleur post-opératoire chez l'enfant. Paris : SFAR/SFCP ; 2018. Disponible sur : <https://sfar.org>.
361. Société Algérienne de Chirurgie (SAC). Recommandations nationales sur la prise en charge de la douleur post-opératoire. *Arch Algér Chir.* 2020 ;50(2) :39-54. Disponible sur : <https://sac-dz.com/sac/sites/default/files/AAC/TOME50/T50N2/T50N2.39-54.pdf>.
362. Pédiadol. Spécificités de la douleur postopératoire chez l'enfant [Internet]. *Pédiadol* ; 2022 [cité 2025 oct 23]. Disponible sur : <https://pediadol.org/specificites-de-la-douleur-postoperatoire-chez-lenfant/>.
363. Santé BD. Comprendre la douleur et les soins médicaux chez l'enfant : outils visuels pour la communication médicale. *SantéBD* ; 2024. Disponible sur : <https://santebd.org>.
364. Monticelli A, Romano S, Ferrante L, et al. Exploring established cut-off points for pain levels in the Numeric Rating Scale : a 2025 study. *Pain Physician.* 2025 ;28 (2) :135-45.
365. Health Standards Organization. CAN/HSO 13200 :2023 € – Pediatric Pain Management. Ottawa : Health Standards Organization ; 2023. Disponible sur : <https://healthstandards.org/standard/pediatric-pain-management-can-hso-13200-2023-e>.
366. Gallagher AG, Ritter EM, Champion H, Higgins G, Fried MP, Moses G, Smith CD, Satava RM. Virtual reality simulation for the operating room : proficiency-based training as a paradigm shift in surgical skills training. *Ann Surg.* 2005 ;241(2) :364–372. Doi :10.1097/01.sla.0000151982.85062.80. PMID : 15650649.
367. Peters CA, Woo R, Kokorowski P. Role of simulation in pediatric urology training. *Pediatr Surg Int.* 2018 ;34(5) :545–552. Doi :10.1007/s00383-018-4242-7.

368. Gumbs AA, Hogle NJ, Fowler DL. Commercial video laparoscopic trainers versus less expensive models : a comparison of performance outcomes. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2004 ; 14 (3) : 197–202. Doi :10.1089/109264204323016292.
369. Arora S, Aggarwal R, Sirimanna P, Darzi A, Tolley D. Development and validation of a simulated Lich-Gregoir model for laparoscopic ureteral reimplantation. *J Pediatr Urol*. 2012 ;8(4) :360–367. Doi :10.1016/j.jpuro.2010.12.004.
370. Kurashima Y, Iimura Y, Takeuchi S, Uemura M, Takezawa Y, Kanno T, et al. Validation of a high-fidelity simulation model for training in pediatric laparoscopic ureteral reimplantation. *J Urol*. 2021 ; 206 (1) :181–187. Doi :10.1097/JU.0000000000001682.
371. Singh AG, Jai SJ, Ganpule AP, Vijayakumar M, Sabnis RB, Desai MR. Face, content, and construct validity of a novel chicken model for laparoscopic ureteric reimplantation. *Indian J Urol*. 2018 ;34(3) :189–195. Doi :10.4103/iju.IJU_46_18. PMID : 30034129 ; PMCID : PMC6034421.
372. Varlet F, Brasoveanu P, Hubert L, Lopez M, Gauthier T, Pons C, et al. Development and validation of a synthetic laparoscopic training model for pediatric extravesical ureteral reimplantation (Lich-Gregoir technique). *J Pediatr Urol*. 2019 ;15(5) :511.e1–511.e8. doi :10.1016/j.jpuro.2019.05.001.
373. Millán C, Rey M, Lopez M. Laparoscopic simulator for pediatric ureteral reimplantation (LAP-SPUR) following the Lich-Gregoir technique. *J Pediatr Urol*. 2018 ;14(2) :137–143. Doi :10.1016/j.jpuro.2017.11.020.
374. Koh CJ, Kim KS, Gerber JA, Bhatia V, Zhu H, Baek M, Song SH. Development and validation of a scoring system for assessing clinical failure after pediatric robot-assisted laparoscopic extravesical ureteral reimplantation : a multicenter study. *J Clin Med*. 2022 ;11(5) :1327. Doi :10.3390/jcm11051327.
375. Carsuzaa F, Payen C, Gallet P, Favier V. Validation psychométrique de la version française du score OSATS pour l'évaluation de la performance chirurgicale. *J Chir Viscer*. 2023 ;160(6) :442–446. Doi :10.1016/j.jchirv.2023.05.011.
376. Hussein AA, Ghani KR, Ahmed YE, et al. Global Assessment of Laparoscopic Skills (GOALS) : a tool for evaluation of laparoscopic performance. *Am J Surg*. 2016 ;212(2) :285–291. Doi :10.1016/j.amjsurg.2016.01.028.
377. Schober P, Rehder P, Lusuardi L. Training of laparoscopic Lich-Gregoir ureteral reimplantation in an advanced dry-lab simulator. *Int J Surg Educ*. 2020 ;77(5) :1391–1398. Doi :10.1016/j.jsurg.2020.02.012.
378. Aydin A, Shafi AM, Khan MS, Dasgupta P, Ahmed K. Current status of simulation and training models in urological surgery : a systematic review. *J Urol*. 2016 ;196(2) :312–320. Doi :10.1016/j.juro.2016.01.131. PMID : 27016463.
379. Gnech M, Radmayr C, Tekgül S, et al. Update and summary of the EAU/ESPU Paediatric Guidelines on Vesicoureteral Reflux in Children. *Eur Urol*. 2024 ;85(2) :237–245. DOI : 10.1016/j.eururo.2024.01.007. PMID : 38310573.
380. Peters CA, Skoog SJ, Arant BS Jr, Copp HL, Elder JS, Hudson RG, et al. Summary of the AUA Guideline on Management of Primary Vesicoureteral Reflux in Children. *J Urol*. 2010 ;184(1) :113–121. Updated 2017. Doi :10.1016/j.juro.2010.03.104. PMID : 20483146
381. L. Naing1, T. Winn, B.N. Rusli. Practical Issues in Calculating the Sample Size for Prevalence Studies. *Medical Statistics Archives of Orofacial Sciences* 2006 ; 1 : 9-14.
382. Elder JS. Vesicoureteral reflux. In : Wein AJ, et al., editors. *Campbell-Walsh Urology*. 12th ed. Philadelphia : Elsevier ; 2020. P. 3247-3275.
383. Choi H, Kim KS, Lee C, Bae SH. Surgical management of vesicoureteral reflux in children. *Korean J Urol*. 2013 ;54(11) :732–737. Doi :10.4111/kju.2013.54.11.732
384. Hoberman A ; RIVUR Trial Investigators. Antimicrobial prophylaxis for children with vesicoureteral reflux. *N Engl J Med*. 2014 ;370 (26) :2367–2376. Doi :10.1056/NEJMoa1401811.
385. Pennesi M, Travan L, Peratoner L, et al. Is antibiotic prophylaxis in children with vesicoureteral reflux effective in preventing pyelonephritis and renal scars ? A randomized, controlled trial. *Pediatrics*. 2008 ;121(6) : e1489–e1494. Doi :10.1542/peds.2007-3982.
386. Basiri A, Ziaefar P, Khoshdel A, Fattahi P, Mafi Balani M, Tofighi Zavareh MA. What Are the Effective Factors in Spontaneous Resolution Rate of Primary Vesicoureteral Reflux : A Meta-Analysis and Systematic Review. *Urology Journal*. 2023 Dec ;20(6) :385-396. Doi :10.22037/uj.v20i06.8095. PMID : 38158632.
387. Wang HH-S, Hu W, et al. Efficacy of antibiotic prophylaxis in children with vesicoureteral reflux : systematic review and meta-analysis. *Pediatr Nephrol*. 2015 ;30(4) :595–603. Doi :10.1007/s00467-014-2999-1.
388. European Association of Urology ; European Society for Paediatric Urology. *EAU/ESPU Guidelines on Vesicoureteral Reflux in Children – 2023 Update*. *Eur Urol*. 202
389. Chertin B, Kocherov S. Endoscopic Treatment of Vesicoureteral Reflux : Long-Term Results and New Perspectives. *Front Pediatr*. 2020 ;8 :479.
390. Elder JS, Greenfield SP, et al. Endoscopic Therapy for Vesicoureteral Reflux : Meta-Analysis of Long-Term Efficacy. *J Urol*. 2017 ;198(4) :919–926.
391. Lee EK, Han SW, et al. Long-Term Outcomes of Endoscopic Injection for Vesicoureteral Reflux in Children : A Meta-Analysis. *J Pediatr Urol*. 2021 ;17(5) :629–639.
392. Esposito C, et al. Current Trends in the Treatment of Vesicoureteral Reflux in Children : From Open Surgery to Minimally Invasive Approaches. *World J Urol*. 2022 ;40(8) :2051–2060.

393. Lakshmanan Y, Fung LC. Laparoscopic Extravesical Ureteral Reimplantation (Modified Lich-Gregoir) : Experience with 155 Ureters. *J Urol.* 2000 ;163(1) :259–262.
394. Canon SJ, Jayanthi VR. Laparoscopic Ureteral Reimplantation : Lessons Learned and Future Directions. *J Pediatr Urol.* 2020 ;16(6) :771–778.
395. Kajbafzadeh AM, et al. Laparoscopic Ureteral Reimplantation for Vesicoureteral Reflux : 15-Year Experience and Long-Term Outcomes. *J Pediatr Surg.* 2021 ;56(3) :509–516.
396. Yamada Y, et al. Comparative Study Between Laparoscopic and Open Ureteral Reimplantation for Pediatric VUR : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pediatr SurgInt.* 2024 ;40(2) :201–213.
397. Soulier V, Scalabre A, Lopez M, Varlet F. Multicenter experience of laparoscopic extravesical ureteral reimplantation for vesicoureteral reflux in children : outcomes and complications. *J Pediatr Urol.* 2020 ;16(4) :467–474. Doi :10.1016/j.jpuro.2020.04.018.
398. Lopez M, Varlet F. Approche transpéritonéale extravésicale laparoscopique selon la technique de Lich-Gregoir dans le traitement du reflux vésico-urétéral chez l'enfant. *Prog Urol.* 2009 ;19(6) :425–431.
399. Rivera Pereira BM, Landa Juárez S, Márquez González H. Laparoscopic Lich-Gregoir ureteroneocystostomy versus open surgery : Are there benefits from the minimally invasive procedure ? *J Pediatr Urol.* 2025 ;21(2) :384–388. Doi :10.1016/j.jpuro.2024.11.002.
400. Piaggio LA. Laparoscopic extravesical ureteral reimplantation : long-term results and learning curve in a South American center. *J Pediatr Urol.* 2020 ;16(3) :321.e1–321.e7. doi :10.1016/j.jpuro.2020.01.009.
401. Riquelme M, Lopez M, Landa S, Mejia F, Aranda A, Rodarte-Shade M, et al. Laparoscopic extravesical ureteral reimplantation (LEVUR) : a multicenter experience with 95 cases. *Eur J Pediatr Surg.* 2013 ;23(2) :143–147. Doi :10.1055/s-0032-1329708.
402. Capolicchio JP. Laparoscopic extravesical ureteral reimplantation : technique and outcomes. *Adv Urol.* 2008 ;2008 :567980. Doi :10.1155/2008/567980.
403. Bayne AP, Shoss JM, Starke NR, Cisek LJ. Single-center experience with pediatric laparoscopic extravesical ureteral reimplantation : safe and effective in simple and complex anatomies. *J Urol.* 2020 ;204(3) :709–716. Doi :10.1097/JU.0000000000001101.
404. Bustangi N, Kallas-Chemaly A, Scalabre A, Khelif K, Luyckx S, Steyaert H, et al. Extravesical ureteral reimplantation following Lich-Gregoir technique for the correction of vesico-ureteral reflux : retrospective comparative study (open vs. Laparoscopy). *Front Pediatr.* 2018 ;6 :388. Doi :10.3389/fped.2018.00388.
405. Badawy HE, Refaai K, Soliman AS, Orabi SS. Laparoscopic ureteral reimplantation in children with vesicoureteral reflux : feasibility and outcomes. *Alex J Med.* 2019 ;55(3) :256–262.
406. Das K, Abraham GP, Ramaswami K, George PD, Abraham JJ, Thachill T, et al. Laparoscopic Lich-Gregoir extravesical ureteric reimplantation for correction of high-grade vesicoureteric reflux : short, intermediate and long-term outcomes with literature review. *Clin Surg.* 2017 ;2 :1456.
407. Han WK, Hong CH, Han SW. Cystoureterostomy by detrusorrhaphy in the management of vesicoureteral reflux : results and usefulness. *Korean J Urol.* 2004 ;45(9) :927–932.
408. Dogan HS, Tekgül S. Laparoscopic correction of vesicoureteral reflux in children : current perspectives and literature review. *J Pediatr Urol.* 2014 ;10(6) :1088–1095. Doi :10.1016/j.jpuro.2014.08.008.
409. Lim R. Vesicoureteral reflux and urinary tract infection : evolving practices and current controversies in pediatric imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 2009 ;192(5) :1197–1208. Doi :10.2214/AJR.08.2187.
410. Chang JW, Liu CS, Tsai HL, et al. Vesicoureteral reflux in children with urinary tract infections in the inpatient setting in Taiwan. *Clin Epidemiol.* 2022 ;14 :299–307. Doi :10.2147/CLEP.S351514.
411. Leroy S, Vantalon S, Larakeb A, Bensman A, et al. Vesicoureteral reflux in children with urinary tract infection : comparison of diagnostic accuracy of renal US criteria. *Radiology.* 2010 ;255(3) :890–897. Doi :10.1148/radiol.10091359.
412. Abounoor M, et al. Vesicoureteral reflux in children : clinical and radiological profile. *Pan Afr Med J.* 2020 ;35 :102.
413. Rivera Pereira A, et al. Outcomes of laparoscopic ureteral reimplantation in children with primary vesicoureteral reflux. *Front Pediatr.* 2025 ;13 :1412.
414. Shaikh N, et al. Recurrent urinary tract infections in children with bladder and bowel dysfunction. *Pediatrics.* 2016 ; 137 (1) : e20152982 doi : 10.1542/peds.2015-4566. PMID : 27354456.
415. Damm T, Mathews R. The RiVUR Study : outcomes and implications on the management of vesicoureteral reflux. *Arch Nephrol Ren Stud.* 2022 ;2(1) :1–5. PMID :35928985.
416. Dogan HS, Tekgül S. Management of vesicoureteral reflux associated with bladder bowel dysfunction. *J Pediatr Urol.* 2014 ;10(6) :1181–1187.
417. Stein R, Dogan HS, Hoebeke P, Kocvara R, Nijman RJM, Radmayr C, et al. EAU/ESPU guidelines on the management of vesicoureteral reflux in children. *Eur Urol.* 2015 ;67(3) :534–551. Doi : 10.1016/j.eururo.2014.11.007. PMID : 25477217.
418. Coulthard MG, Lambert HJ, Keir MJ. Do systemic infections cause renal scarring in children with vesicoureteral reflux ? *Clin J Am Soc Nephrol.* 2014 ;9(11) :1890–1897. Doi : 10.2215/CJN.03560414. PMID : 25191965.

419. Radmayr C, Bogaert G, Burgu B, Castagnetti M, Dogan HS, O'Kelly F, et al. EAU Guidelines on Paediatric Urology : 2023 update. Arnhem (NL) : European Association of Urology Guidelines Office ; 2023. <https://uroweb.org/guidelines/paediatric-urology>
420. Peters CA, Skoog SJ, Arant BS Jr, Copp HL, Elder JS, Hudson RG, et al. Reflux in children : classification, diagnosis and management. *J Urol.* 2010 ;184(6 Suppl) :2654-2664. Doi : 10.1016/j.juro.2010.07.065. PMID : 20961536.
421. Tekgül S, Hoebeke P, Kocvara R, et al. EAU/ESPU Guidelines on vesicoureteral reflux in children. *Eur Urol.* 2022 ;82(4) :382-393. Doi : 10.1016/j.eururo.2022.05.030. PMID : 35688770.
422. Austin PF, Bauer SB, Bower W, Chase J, Franco I, Hoebeke P, Rittig S, Walle JV, von Gontard A, Wright A, Yang SS, Nevés T. The standardization of terminology of lower urinary tract function in children and adolescents : report from the International Children's Continence Society. *J Urol.* 2014 ;191(6) :1863-1865. doi : 10.1016/j.juro.2014.01.110. PMID : 24508614.
423. Nevés T, von Gontard A, et al. Evaluation of bladder and bowel dysfunction in children : ICCS standardization report. *J Pediatr Urol.* 2019 ;15(6) :601-607. Doi : 10.1016/j.jpuro.2019.09.011. PMID : 31624057.
424. Sakarya R, Tekgül S, et al. Is there any role for urodynamic study in children with high-grade vesicoureteral reflux ? *Urology.* 2012 ;79(3) :661-665. Doi : 10.1016/j.urology.2011.10.056. PMID : 22385927.
425. Yucel S, Baskin LS. Vesicoureteral reflux and urodynamic dysfunction. *Urol Int.* 2012 ;89(2) :144-149. Doi : 10.1159/000339988. PMID : 22854238.
426. Miller OF, Bloom TL, Kropp BP, Cheng EY, Cain MP, Rink RC, et al. Outcome analysis of ureteral reimplantation : comparison of extravesical and intravesical techniques. *J Urol.* 2002 ;168(6) :2552-2555. Doi : 10.1097/01.ju.0000037623.22837.11. PMID : 12441995.
427. Hettel M., Rehfuss A., Dangle P., Gundeti M.S. Utility of Preoperative Urine Culture before Ureteral Reimplantation for Primary Vesicoureteral Reflux. *Adv Urol.* 2017 ;2017 :4097832. Doi : 10.1155/2017/4097832. PMID : 29234488.
428. Davis A., Lichliter A., Chalmers D.J., Gundeti M.S. Preoperative Cystoscopy and Urine Culture in Pediatric Ureteral Reimplantation : Are They Necessary ? *Urologia.* 2023 ;91(4) :394-401. Doi : 10.1177/03915603231154171. PMID : 36948687.
429. El Ghoneimi A, Cendron M, Farhat W. Laparoscopic ureteral reimplantation in children : current status and future directions. *J Pediatr Urol.* 2008 ;4(3) :201-208. Doi : 10.1016/j.jpuro.2008.01.002.
430. Essamoud S, Alghamdi A, Cazzaniga W, Gerocarni Nappo S, Esposito C. Robot-assisted laparoscopic ureteral reimplantation for vesicoureteral reflux in children : a systematic review and narrative analysis of 21 studies (2005-2023). *Transl Pediatr.* 2024 ;13(2) :237-250. Doi : 10.21037/tp-23-241.
431. Fernández-Alcaráz D, Sánchez-González JV, González-González R, et al. Laparoscopic extravesical ureteral reimplantation versus open Lich-Gregoir for pediatric vesicoureteral reflux : comparative analysis of outcomes and hospital course. *Urol J.* 2022 ; 19 :7217. PMID : 35821754.
432. Law ZW, Zhang K, Tang Y, Lim SL, Toh WR. Extravesical versus intravesical ureteral reimplantation for vesicoureteral reflux in children : a systematic review and meta-analysis of 12 studies. *Front Pediatr.* 2022 ;10 :935082. Doi : 10.3389/fped.2022.935082.
433. Hadjou M. Place du traitement endoscopique (STING/Deflux) dans la prise en charge du reflux vésico-urétéral de l'enfant. Thèse de Doctorat en Médecine. Université de Constantine 3, Faculté de Médecine ; 2012.
434. Benaïred A. Résultats de la réimplantation urétéro-vésicale trans-trigonale par pneumovésicoscopie dans le reflux vésico-urétéral de l'enfant. Thèse de Doctorat en Médecine. Université Sétif 1 ; 2016.
435. Montanaro B, Botto N, Broch A, Vinit N, Blanc T, Lottmann H. Asymmetrical primary vesicoureteral reflux : Which is the best surgical strategy ? *J Pediatr Urol.* 2024 ;20(4) :458-466. Doi : 10.1016/j.jpuro.2024.09.011. PMID : 39358124.
436. Palmer JS. Extravesical ureteral reimplantation : an outpatient procedure. *J Urol.* 2008 Oct ;180(4 Suppl) :1828-1831 ; discussion 1831. Doi : 10.1016/j.juro.2008.04.080. PMID : 18721936.
437. Jayanthi V, Patel A. Vesicoscopic ureteral reimplantation : a minimally invasive technique for the definitive repair of vesicoureteral reflux. *J Endourol.* 2008 ;22(9) :1927-1931. Doi : 10.1089/end.2008.0011. PMID : 18674827.
438. Simforoosh N, Basiri A, Tabibi A, Danesh A, Shakhssalim N, Sharifi SH. Extraperitoneal laparoscopic ureteral reimplantation for vesicoureteral reflux : A new approach with trigonoplasty. *J Urol.* 2007 ;177(5) :1868-1872. Doi : 10.1016/j.juro.2007.01.050.
439. Lopez M, Aranda A, Mejia F, Torres-Riquelme J, Rivera Pereira E. Robotic and laparoscopic extravesical ureteral reimplantation in children : Updated results and technical refinements. *Front Pediatr.* 2023 ;11 :1165874. Doi : 10.3389/fped.2023.1165874
440. David S, Canon S, Jayanthi VR – *J Urol.* 2004 ;172(2) :694-698 Technical modifications of laparoscopic extravesical ureteral reimplantation to decrease the risk of urinary retention. *J Urol.* 2004 ;172(2) :694-698.
441. Gander R, Vall d'Hebron Pediatric Urology Unit. Laparoscopic extravesical ureteral reimplantation for correction of primary and secondary megaureters : preliminary report of a new simplified technique. *J Pediatr Surg.* 2020 ;55(3) :564-569. Doi : 10.1016/j.jpedsurg.2019.05.028.

- 442.** David S, Kelly C, Poppas DP. Nerve sparing extravesical repair of bilateral vesicoureteral reflux : description of technique and evaluation of urinary retention. *J Urol.* 2004 Oct ;172(4 Pt 2) :1617-20 ; discussion 1620. Doi :10.1097/01.ju. 0000139951.37492.91. PMID : 15371774.2004 ;172(2) :694-698.
- 443.** Leissner J, Allhoff EP, Wolff W, Feja C, Höckel M, Black P, Hohenfellner R. The pelvic plexus and antireflux surgery : topographical findings and clinical consequences. *J Urol.* 2001 May ;165(5) :1652-5. PMID : 11342948.
- 444.** Yucel S, Baskin LS. Neuroanatomy of the male urethra and perineum. *J Urol.* 2004 ;171(6 Pt 1) :2618-2624.
- 445.** Gundeti MS, Kearns J, Reynolds WS, Grimsby GM. Robot-assisted laparoscopic extravesical ureteral reimplantation : evolution of technique and outcomes from a high-volume center. *J Pediatr Urol.* 2018 ;14(2) :155.e1-155.e9. doi :10.1016/j.jpuro.2017.12.001
- 446.** Marotte JB, Varlet F, Pilorget H, Guys JM, Lopez M. Ambulatory extravesical ureteral reimplantation in children : feasibility of day-case surgery. *J Pediatr Surg.* 2001 ;36(9) :1347-1350. Doi :10.1053/jpsu.2001.27000
- 447.** Bowen DK, Faasse MA, Liu DB, Gong EM, Lindgren BW, Johnson EK. Use of pediatric open, laparoscopic and robot-assisted laparoscopic ureteral reimplantation in the United States : 2000 to 2012. *J Urol.* 2016 ;196(1) :207-212. Doi :10.1016/j.juro.2016.02.065

ANNEXES

N°	Titre
01	Fiche technique
02	Recommandations 2024 sur le diagnostic et les indications du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant.
03	Recommandations 2024 sur la prise en charge thérapeutique du reflux vésico-urétéral primitif.
04	Recommandations 2024 sur le suivi du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant.
05	Facteurs pronostiques 2024 du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant.
06	Suivi post-opératoire après réimplantation urétéro-vésicale extravésicale laparoscopique (technique de Lich-Grégoir).
07	Facteurs pronostiques du traitement laparoscopique extravésical (Lich-Grégoir) dans le RVU primaire.
08	La formule Schwartz révisée 2009 (185).

FICHE TECHNIQUE

Numéro du dossier : _____/.
 Nom : _____/
 Prénom : _____/
 Sexe : F ☐ M ☐
 La date de naissance _____/
 Poids _____/ Kg
 Taille _____/ cm
 L'indice de masse corporelle IMC :
 Lieu de résidence : _____/
 Téléphone des parents _____/
 Niveau socio-économique : 1. Bas 2. moyen 3. bon

Antécédents :

ATCDS Personnels.

✓ Diagnostic Anté Natal (DAN) : Oui ☐ Non ☐

✓ **Urologiques :**

Infection urinaire : Oui ☐ Non ☐
 Coliques néphrétiques : Oui ☐ Non ☐
 Hématurie : Oui ☐ Non ☐
 Énurésie : Oui ☐ Non ☐
 Lithiase urinaire : Oui ☐ Non ☐
 Insuffisance urinaire : Oui ☐ Non ☐
 Pathologie associée :

Si oui, préciser : _____/

Chirurgie : Oui ☐ Non ☐

ATCDS Familiaux.

Caractère familial du RVU : Oui ☐ Non ☐
 Consanguinité : Oui ☐ Non ☐

Si Qui : _____/

Degrés 1. 1^{er} Degré 2^{eme}Degrés

Un contexte malformatif : Oui ☐ Non ☐

Autres :

Circonstances de découvertes :

Pyelonephrite (PN) : Oui ☐ Non ☐

Si Oui type de germe :

1. E. coli 2. Proteus 3. Klebesilla 4. Pseudomonas

- Douleur lombaire : Oui ☐ Non ☐
- Colique néphrétique : Oui ☐ Non ☐
- Hématurie : Oui ☐ Non ☐
- Pyurie : Oui ☐ Non ☐
- Dysurie : Oui ☐ Non ☐
- AEG : Oui ☐ Non ☐
- Brûlures mictionnelles : Oui ☐ Non ☐

- Découverte radiologique (échographique) d'une urétéro hydronéphrose : Oui ☐ Non ☐
- Autres : _____/

Examen urologique :

- a- Etat général : Bon ☐, Assez bon ☐, Altéré ☐
- b- accès fébrile isolé : Oui ☐ Non ☐
- c- Contact lombaire : Oui ☐ Non ☐
- d- troubles digestifs : Oui ☐ Non ☐
- e- globe vésical : Oui ☐ Non ☐
- f- Autres : _____/

Examens paracliniques :**Biologie et Biochimie :**

- 1= ECBU + Antibiogramme : _____/
- 2 = Créatinémie : _____/
- 3= Urémie : _____/
- 4= GB : _____/
- 5= Hb : _____/
- 6= CRP : _____/

Radiologie :

Échographie.

- Taille : _____/
- ICM : _____/

-Cavités excrétrices :

- Hypotonie des cavités pyélocalicielles : Oui ☐ Non ☐
- Dilatation pyélo calicelle : Oui ☐ Non ☐
- Dilatation urétérale : Oui ☐ Non ☐

U.C.R. :

- Côté : 1. Unilatérale : Droit ☐ Gauche ☐ 2. Bilatérale

-Grade du RVU Unilatéral :

1. I 2. II 3. III 4. IV 5. V

-Grade du RVU bilatéral :

Côté Droit : 1. I 2. II 3. III 4. IV 5. V**Côté Gauche :** 1. I 2. II 3. III 4. IV 5. V**Scintigraphie rénale statique au DMSA :**

- 1. Résultats :
- 2. Cicatrice rénale Oui ☐ Non ☐
- 3. Autres :

_____/

La technique chirurgicale :

- La date de l'intervention : _____/
- Trocart optique :
- Siège :
- Calibre :
 - Trocarts opérateurs :
 - Nombre :
 - Trocarts opérateurs 1 :
- Siège :
- Calibre :
 - Trocarts opérateurs 2 :
- Siège :
- Calibre :
 - Trocarts opérateurs 3 :
- Siège :
- Calibre :
 - Trocart opérateur supplémentaire :
- Siège :
- Calibre :
 - Durée opératoire réimplantation unilatérale : _____/
 - Durée opératoire réimplantation bilatérale : _____/
 - Pertes sanguines : _____/
 - Difficulté technique : 1. Facile ☐ 2. difficile ☐
 - Sonde vésicale Oui ☐ Non ☐
 - Conversion : Oui ☐ Non ☐
 - Si Oui, Motif de conversion : _____/

Suites post opératoires :

- ✓ Antalgiques : Oui ☐ Non ☐
- ✓ Durée : _____/
- ✓ Dose : _____/
- 1. Niveau 1 : paracétamol, AINS
- 2. Niveau 2 : tramadol, codeine : Oui ☐ Non ☐
- 3. Niveau 3 : Morphine : Oui ☐ Non ☐
- ✓ Antibiotiques : Oui ☐ Non ☐
- ✓ Durée : _____/
- ✓ Dose : _____/
- ✓ Durée d'hospitalisation : _____/
- Complications per-opératoires : _____/
- Complications post-opératoires précoces : _____/
 1. Perforation de la muqueuse : Oui ☐ Non ☐
 2. Rétention urinaire temporaire : Oui ☐ Non ☐
 3. Fistule uretero peritoneale : Oui ☐ Non ☐
 4. Infection urinaire : Oui ☐ Non ☐

ECBU + AntibioGramme ; si signe d'appel : Oui ☐ Non ☐

Germe :

1. E. coli 2. Proteus 3. Klebesilla 4. Pseudomonas

Échographie à 1 mois :

1. Normale : Oui ☐ Non ☐

2. Pathologique : Oui ☐ Non ☐

3. Si Oui, type : _____/

Échographie à 3 mois :

4. Normale : Oui ☐ Non ☐

5. Pathologique : Oui ☐ Non ☐

Si Oui, type : _____/

Échographie à 6 mois :

6. Normale : Oui ☐ Non ☐

7. Pathologique : Oui ☐ Non ☐

Si Oui, type : _____/

Uréthrocystographie rétrograde :

- Disparition du reflux : Oui ☐ Non ☐

- Persistance du reflux unilatéral : Oui ☐ Non ☐

- Côté : _____/

- Grade : 1. I, 2. II, 3. III, 4. IV, 5. V

- Persistance du reflux bilatéral : Oui ☐ Non ☐

- Grade :

Côté Droit : 1. I, 2. II, 3. III, 4. IV, 5. V

Côté Gauche : 1. I, 2. II, 3. III, 4. IV, 5. V

Scintigraphie rénale DMSA :

1. Résultats :

_____/

2. Cicatrice rénale : Oui ☐ Non ☐

3. Si Oui, Qualité Cicatrisation :

_____/

➤ Observation :

.....

ANNEXE 2 : GUIDELINES

Tableau 1.

Recommandations 2024 sur le diagnostic et les indications du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant.

Examen / Thème	Recommandation EAU/ESPU 2024	Principaux points et indications
Échographie rénale	Examen de première intention après infection urinaire fébrile et chez tout enfant suspect de RVU.	Recherche de dilatations, anomalies parenchymateuses ; non irradiant.
Cystographie	Cystographie échographique privilégiée ; UCRM si besoin d'analyse uréthrale.	Indiquée en cas d'anomalie échographique, d'IU fébriles récidivantes ou d'antécédent familial de RVU.
Scintigraphie DMSA	Non systématique après une première IVU ; indiquée si récidives ou anomalies échographiques.	Sert à évaluer les cicatrices rénales et le parenchyme fonctionnel.
Dépistage ciblé	Chez les apparentés, ou en cas d'anomalie anténatale.	Individualiser selon le risque (échographie initiale, puis cystographie sélective).
Bilan fonctionnel urinaire	Recherche d'une dysfonction vésico-intestinale (BBD).	Calendrier mictionnel, ECBU et bilan urodynamique selon contexte.

Adapté des *EAU/ESPU Guidelines on Paediatric Urology* (2024).(379)

Tableau 2.

Recommandations 2024 sur la prise en charge thérapeutique du reflux vésico-urétéral primitif.

Situation clinique	Option(s) thérapeutique(s) recommandée(s)	Commentaires et précisions
RVU bas-grade, sans BBD	Observation + urothérapie comportementale.	Surveillance clinique et échographique régulière.
Prévention des IU	Antibioprophylaxie continue (CAP) sélective.	Indiquée chez nourrisson ou enfant à haut risque (grade III–V, récidives fébriles, BBD).
Échec du traitement médical / récidives	Injection endoscopique (agents bulking).	Option mini-invasive, surtout pour grades II–III ; taux de succès variables.
RVU haut-grade persistant ou compliqué	Réimplantation urétéro-vésicale ouverte, laparoscopique ou robot-assistée.	Choix individualisé selon l'âge, le grade, l'anatomie et l'expérience du centre.
BBD associée	Traitement prioritaire de la dysfonction (urothérapie, laxatifs, rééducation).	Conditionne le succès global du traitement anti-reflux.

D'après *EAU/ESPU Paediatric Urology Guidelines* (2024) et *Stein et al., Eur Urol Focus* 2024.(379).

Tableau 3.

Recommandations 2024 sur le suivi du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant.

Élément de suivi	Recommandation 2024	Détails pratiques
Suivi clinique	Surveillance de la croissance, de la tension artérielle et des symptômes urinaires.	ECBU à la demande ; éducation des parents.
Imagerie	Échographie à 6–12 mois.	Cystographie de contrôle uniquement en cas de récurrence ou d'anomalie échographique.
Antibioprophylaxie (CAP)	Réévaluation régulière de l'indication.	Arrêt si résolution documentée et absence d'IU récidivante.
Scintigraphie DMSA	Examen ciblé (récidives, anomalies échographiques).	Éviter l'irradiation inutile.
Suivi post-opératoire	Échographie rénale à 3–6 mois, cystographie selon évolution clinique.	Après endoscopie: contrôle sélectif ; après réimplantation : au cas par cas.

Synthèse d'après *EAU/ESPU Guidelines on Paediatric Urology* (2024) et *AUA Pediatric VUR Update* (2023)(379),(419)

Tableau 4.

Facteurs pronostiques 2024 du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant.

Facteur pronostique	Impact sur l'évolution	Commentaires cliniques
Grade du reflux	Résolution spontanée fréquente pour les grades I–II ; rare pour les grades IV–V.	Le grade reste le principal facteur pronostique.
Âge et sexe	Meilleure résolution chez jeunes enfants (≤ 5 ans).	Les garçons présentent plus souvent des grades élevés.
Présence de BBD	Retarde la guérison et augmente le risque de récurrence d'IU.	Traitement de la BBD améliore le pronostic.
Cicatrices rénales	Risque accru d'HTA et d'insuffisance rénale à long terme.	Suivi rénal prolongé requis.
Modalité thérapeutique	Endoscopie : succès 70–85 % ; réimplantation : 95–98 %.	Choix dépend du grade, de l'âge et des antécédents infectieux.

D'après *EAU/ESPU Guidelines on Paediatric Urology* (2024) et *Stein R. et al., Eur Urol Focus* 2024

Tableau 5.

Suivi post-opératoire après réimplantation urétéro-vésicale extravésicale laparoscopique (technique de Lich-Grégoir).

Élément de suivi	Recommandations / Pratiques 2024	Fréquence / Modalités	Références principales
Évaluation clinique	Surveillance de la diurèse, des douleurs, de la fièvre et des signes urinaires.	Quotidienne en hospitalisation, puis à chaque consultation (1, 3, 6, 12 mois).	Soulier(397) , Bustangi (404), Rivera Pereira(413)
Échographie rénale et vésicale	Contrôle morphologique et recherche de dilatation post-réimplantation.	À 1 mois, 3 mois, 6 mois, puis annuellement.	Soulierr(397) ; Piaggio r(400)
Cystographie (VCUG / ceVUS)	Non systématique. Indiquée en cas d'IVU de percée, dilatation ou suspicion d'échec.	Entre 3 et 6 mois selon contexte.	Lopez & Varlet (398) ; Riquelme (401)
Analyse d'urine / ECBU	Dépistage d'infection urinaire.	À chaque visite ou si symptomatologie.	Badawy (405)
Fonction rénale (urée, créatinine)	Évaluation rénale globale et surveillance du DFG.	Avant et 6–12 mois après intervention.	Das (406)
Scintigraphie DMSA / DTPA	En cas de suspicion de cicatrice, asymétrie ou altération fonctionnelle.	Sélective, 6–12 mois post-opératoire.	Manevska 2016 (OAMJMS) ; EAU 2024
Suivi à long terme (> 3 ans)	Évaluation de la croissance, de la TA et de la fonction rénale résiduelle.	Tous les 12–18 mois jusqu'à la fin de la croissance.	Boysen (347) ; EAU 2024(379)

D'après EAU/ESPU Guidelines 2024 et principales séries.

Tableau 6.

Facteurs pronostiques du traitement laparoscopique extravésical (Lich-Grégoir) dans le RVU primaire.

Facteur pronostique	Influence sur les résultats	Observations / Données rapportées	Références clés
Grade initial du RVU	Corrélié au taux de succès : > 95 % pour grades I–III ; 85–90 % pour IV–V.	Soulier 2017 : 93 % guérison globale ; Bustangi 2018 : 96 % unités réimplantées ; Das 2017 : 94 %.	Soulier(397) ; Bustangi (404) ; Das (406) ; Piaggio (400)
Latéralité / bilatéralité	Temps opératoire +15–25 min par côté ; succès comparable > 90 %.	Lopez 2009 ; Rivera Pereira 2025 : pas de différence significative de succès.	Lopez (398) ; Rivera Pereira (413)
Âge et poids	Résultats stables de 1 à 12 ans ; enfant > 12 kg → meilleure exposition laparoscopique.	Riquelme 2013 ; Capolicchio 2008 ; Badawy 2019.	Riquelme (401),; Badawy (405)
Présence de BBD	Diminution du taux de guérison (≈ 80 %) si non traitée avant chirurgie.	Correction de la BBD pré-opératoire → succès ≈ 95 %.	Das (406) ; EAU 2024 (379)
Expérience chirurgicale	Facteur majeur de succès et de réduction des complications.	Centres > 50 cas : succès > 95 %, conversion < 3 %.	Lakshmanan & Fung (393) ; Lopez (398) ; Soulier (397)
Complications post-opératoires	Fuites urinaires 2–4 %, rétention < 2 %, hydronéphrose transitoire 6–10 %.	Majorité régresse spontanément en < 3 mois.	Bustangi (404) ; Rivera Pereira (413)
Durée de sondage vésical et hospitalisation	Sondage 24–48 h ; hospitalisation 2–3 jours.	Plus courte que voie ouverte (3–5 jours).	Soulier (397) ; Badawy (405)
Technique opératoire	Tunnel détrusorien 2,5–3 cm ; taux de succès corrélié à longueur/largeur optimale.	Lich-Grégoir extravésical : succès ≈ 95 %, sans troubles mictionnels résiduels.	Lopez (397); Simforoosh (438) ; Piaggio (400)

D'après les séries internationales.

ANNEXE 8 : La formule Schwartz révisée 2009 (185).

$$\text{DFG (ml/min/1,73 m}^2\text{)} = 0,413 \times [\text{Taille (cm)} / \text{Créatinine sérique (mg/dL)}]$$

- Taille exprimée en centimètres (cm).
- Créatinine sérique exprimée en mg/dL (ou en $\mu\text{mol/L} \div 88,4$ pour conversion).
- Le coefficient 0,413 est applicable pour les enfants et adolescents (1 à 18 ans), quel que soit le sexe.
- La formule est calibrée pour les dosages enzymatiques standardisés IDMS (Isotope Dilution Mass Spectrometry).
- Elle permet une estimation fiable du débit de filtration glomérulaire (DFG) chez l'enfant, notamment dans le suivi des néphropathies de reflux et du reflux vésico-urétéral.

RÉSUMÉS

Résumé

Titre :

L'intérêt de la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique dans le traitement du reflux vésico-urétéral primitif chez l'enfant.

Introduction :

Le reflux vésico-urétéral (RVU) primitif constitue une anomalie fréquente de la jonction urétéro-vésicale chez l'enfant, exposant au risque d'infections urinaires récidivantes et de néphropathie de reflux. La réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich-Grégoir, réalisée par voie laparoscopique, est aujourd'hui une alternative mini-invasive validée à la chirurgie ouverte, combinant efficacité antireflux et récupération fonctionnelle rapide.

Objectif :

Évaluer les résultats anatomiques, fonctionnels et les suites postopératoires de la réimplantation urétéro-vésicale extravésicale laparoscopique selon la technique de Lich-Grégoir dans le traitement du RVU primitif de l'enfant, et confronter les données de notre série à celles de la littérature internationale.

Patients et Méthodes :

Étude prospective monocentrique portant sur 61 enfants (65 unités urétérales) opérés entre 2019 et 2025. L'âge moyen était de $5,34 \pm 2,48$ ans (1 à 12 ans), avec une prédominance féminine (sex-ratio = 0,85). Les paramètres analysés incluaient la durée opératoire, la latéralité, les complications, la durée de sondage, la durée d'hospitalisation et le taux de succès clinique et radiologique.

Résultats :

La réimplantation urétéro-vésicale extravésicale selon la technique de Lich-Grégoir par voie laparoscopique a été réalisée avec succès chez 61 enfants (65 unités urétérales) sans aucune conversion vers la chirurgie ouverte. La durée opératoire moyenne était de 110 ± 25 minutes pour les formes unilatérales et 145 ± 30 minutes pour les formes bilatérales, témoignant d'une bonne maîtrise technique et d'une reproductibilité progressive. Aucune complication peropératoire majeure n'a été observée.

Les suites postopératoires ont été simples dans la quasi-totalité des cas, avec une durée moyenne de sondage vésical de 24 à 48 heures et une hospitalisation moyenne de $2,4 \pm 0,8$ jours, traduisant une récupération rapide et un excellent confort postopératoire. Le taux global de complications mineures a été limité à 8 %, sans sténose urétérale, fuite ni réimplantation secondaire.

Sur le plan fonctionnel, le taux de succès clinique et radiologique a atteint 95 %, confirmé par la disparition du reflux à la cystographie et l'absence d'infections urinaires récidivantes. L'échographie rénale postopératoire a montré une amélioration nette du drainage urétéral et de la dilatation pyélo-calicielle.

Après un suivi moyen de 12 mois, tous les enfants ont retrouvé une miction normale, sans dysurie ni incontinence. Ces résultats confirment la sécurité, l'efficacité et la durabilité de la technique de Lich-Grégoir laparoscopique, qui constitue une alternative fiable et mini-invasive à la chirurgie ouverte dans le traitement du reflux vésico-urétéral primitif de l'enfant.

Conclusion :

La technique de Lich-Grégoir laparoscopique est sûre, reproductible et efficace pour le traitement du RVU primitif de l'enfant. Elle réduit la morbidité et la durée d'hospitalisation tout en maintenant un taux de succès équivalent à la chirurgie ouverte.

Mots-clés :

Reflux vésico-urétéral – Lich-Grégoir – Laparoscopie – Enfant – Réimplantation urétéro-vésicale – Technique extravésicale.

Abstract

Title :

The Value of the Laparoscopic Lich-Gregoir Technique in the Management of Primary Vesicoureteral Reflux in Children.

Introduction :

Primary vesicoureteral reflux (VUR) is a common congenital anomaly of the ureterovesical junction predisposing to recurrent urinary tract infections and reflux nephropathy. Laparoscopic extravesical ureteral reimplantation using the Lich-Gregoir technique is a validated minimally invasive alternative to open surgery.

Objective :

To evaluate the anatomical and functional outcomes of laparoscopic extravesical ureteral reimplantation using the Lich-Gregoir technique for primary VUR in children and compare our results with international series.

Patients and Methods :

Prospective study including 61 children (65 ureteral units) operated between 2019 and 2025. Mean age: 5.34 ± 2.48 years (1–12 years), female predominance (sex ratio 0.85). Preoperative workup included renal ultrasound, voiding cystourethrogram, and DMSA/DTPA renal scan. Analyzed variables: operative time, laterality, complications, catheterization duration, hospital stay, and success rate.

Results :

The extravesical ureteral reimplantation using the Lich-Gregoir technique performed laparoscopically was successfully achieved in 61 children (65 ureteral units) without any conversion to open surgery. The mean operative time was 110 ± 25 minutes for unilateral and 145 ± 30 minutes for bilateral procedures, reflecting progressive technical mastery and reproducibility. No major intraoperative complications occurred.

Postoperative recovery was uneventful in almost all cases, with a mean catheterization time of 24–48 hours and an average hospital stay of 2.4 ± 0.8 days, indicating rapid recovery and excellent postoperative comfort. The overall minor complication rate was 8%, limited to transient fever or delayed voiding, with no ureteral stenosis, urinary leakage, or secondary reimplantation.

Functional outcomes were highly satisfactory, with a clinical and radiological success rate of 95%, confirmed by complete reflux resolution on postoperative cystography and the absence of recurrent urinary tract infections. Renal ultrasound demonstrated improved ureteral drainage and regression of pyelocaliceal dilatation.

After a mean follow-up of 12 months, all children maintained normal spontaneous voiding, without dysuria or incontinence. These results confirm the safety, effectiveness, and long-term durability of laparoscopic Lich-Gregoir ureteral reimplantation, establishing it as a reliable, minimally invasive alternative to open surgery in the management of primary vesicoureteral reflux in children.

Conclusion :

The laparoscopic Lich-Gregoir approach is safe, effective, and minimally invasive, with success rates comparable to open surgery and shorter recovery time.

Keywords :

Vesicoureteral reflux – Lich-Gregoir – Laparoscopy – Child – Ureteral reimplantation – Extravesical technique.

الملخص

العنوان:

أهمية تقنية» ليتش غريغوار «بالمناظر الجراحي في علاج الارتجاع المثاني الحالبي الأولي عند الأطفال.

المقدمة:

يُعدّ الارتجاع المثاني الحالبي الأولي من أكثر التشوهات الخلقية شيوعاً في الوصل الحالبي المثاني عند الأطفال، وهو يرتبط بخطر حدوث التهابات بولية متكررة قد تؤدي إلى اعتلال الكلية الارتجاعي. أصبحت إعادة زرع الحالب بالمقاربة خارج المثانة وفق تقنية ليتش غريغوار «بالمناظر الجراحي بديلاً فعالاً وأماً عن الجراحة المفتوحة، لما تتميز به من نتائج ممتازة ومضاعفات أقل وفترة نقاهة أقصر.

الهدف:

تقييم النتائج التشريحية والوظيفية والمضاعفات بعد إعادة زرع الحالب بالمقاربة خارج المثانة وفق تقنية» ليتش غريغوار «بالمناظر الجراحي في علاج الارتجاع المثاني الحالبي الأولي عند الأطفال، مع مقارنة نتائج دراستنا بما ورد في الأدبيات العالمية.

المرضى والطرق :

شملت الدراسة 61 طفلاً (65 وحدة حالبية) أجريت لهم عملية إعادة زرع الحالب وفق تقنية» ليتش غريغوار «بالمناظر الجراحي بين عامي 2019 و 2025. كان متوسط العمر $5,34 \pm 2,48$ سنة، مع غلبة للجنس الأنثوي) نسبة الجنس. (0,85 اعتمد التقييم قبل الجراحة على الإيكوغرافيا الكلوية، وتصوير المثانة والإحليل الإفرافي، والمسح الومضاني الكلوي. DMSA / DTPA تم تحليل مدة العملية، الجانب المصاب، مدة القثطرة البولية، مدة الإقامة بالمستشفى، معدل النجاح والمضاعفات.

النتائج:

تم إجراء إعادة زرع الحالب خارج المثانة باستخدام تقنية ليتش-غريغوار بالمناظر البطني بنجاح لدى 61 طفلاً (65 وحدة حالبية) دون الحاجة إلى التحويل إلى الجراحة المفتوحة. بلغ متوسط زمن العملية الجراحية حوالي 110 ± 25 دقيقة في الحالات الأحادية و 145 ± 30 دقيقة في الحالات الثنائية، مما يعكس إقناعاً تدريجياً للتقنية الجراحية وقابلية عالية للتكرار. ولم تُسجل أي مضاعفات خطيرة أثناء العملية.

كانت الفترة ما بعد الجراحة سلسلة في معظم الحالات، حيث بلغت مدة القسطرة البولية من 24 إلى 48 ساعة، بينما بلغ متوسط مدة الإقامة في المستشفى 2.4 ± 0.8 يوماً، مما يدل على تعافٍ سريع وراحة ممتازة بعد العملية. بلغت نسبة المضاعفات الطفيفة حوالي 8%، اقتصر على ارتفاع حراري عابر أو تأخر مؤقت في التبول، دون تسجيل أي تضيق حالب أو تسرب بولي أو حاجة لإعادة الزرع.

أما من حيث النتائج الوظيفية، فقد كانت مرضية للغاية، إذ بلغ معدل النجاح السريري والشعاعي 95%، وقد تم تأكيد الاختفاء الكامل للارتجاع البولي في الفحص الشعاعي بعد العملية، مع غياب تام لالتهابات المسالك البولية المتكررة. وأظهر التصوير بالموجات فوق الصوتية للكلى تحسناً واضحاً في تصريف البول وتراجعاً في توسع الحويضة والكلية.

بعد متابعة سريرية وشعاعية متوسطة لمدة 12 شهراً، احتفظ جميع الأطفال بتبول طبيعي وعفوي دون عسر تبول أو سلس بولي. وتؤكد هذه النتائج أن إعادة زرع الحالب بطريقة ليتش-غريغوار بالمناظر تُعد إجراءً آمناً وفعالاً وذو نتائج مستدامة على المدى الطويل، كما تمثل بديلاً موثوقاً وتقنية جراحية طفيفة التوغل مقارنة بالجراحة المفتوحة في علاج الارتجاع المثاني الحالبي الأولي لدى الأطفال.

الخلاصة:

تُعدّ إعادة زرع الحالب بالمقاربة خارج المثانة وفق تقنية» ليتش غريغوار «بالمناظر الجراحي تقنية آمنة وفعالة وقابلة للتطبيق الواسع في علاج الارتجاع المثاني الحالبي الأولي عند الأطفال. تُحقق هذه الطريقة نتائج مماثلة للجراحة المفتوحة، مع انخفاض في الألم والمضاعفات وفترة النقاهة، مما يجعلها المعيار الجراحي العصري الموصى به في جراحة المسالك البولية للأطفال.

الكلمات المفتاحية :

الارتجاع المثاني الحالبي – تقنية ليتش غريغوار – المناظر الجراحي – الطفل – إعادة زرع الحالب – المقاربة خارج المثانة.