

UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG
Année :2021

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Évaluation de la cystosonographie avec produit de contraste
ultrasonore dans la recherche de reflux vésico urétéral, expérience
d'un centre français.**

Présentée et soutenue publiquement le 18 Octobre à 18h00
au Pôle Formation
par **Corentin SELOMME**

JURY

Président :

Monsieur le Professeur *Rémi BESSON*

Assesseurs :

Madame le Professeur *Nathalie BOUTRY*

Monsieur le Professeur *Philippe PUECH*

Directeur de thèse :

Madame le Docteur *Héloïse LERISSON*

Travail de l'unité de bio-statistique du CHU de Lille

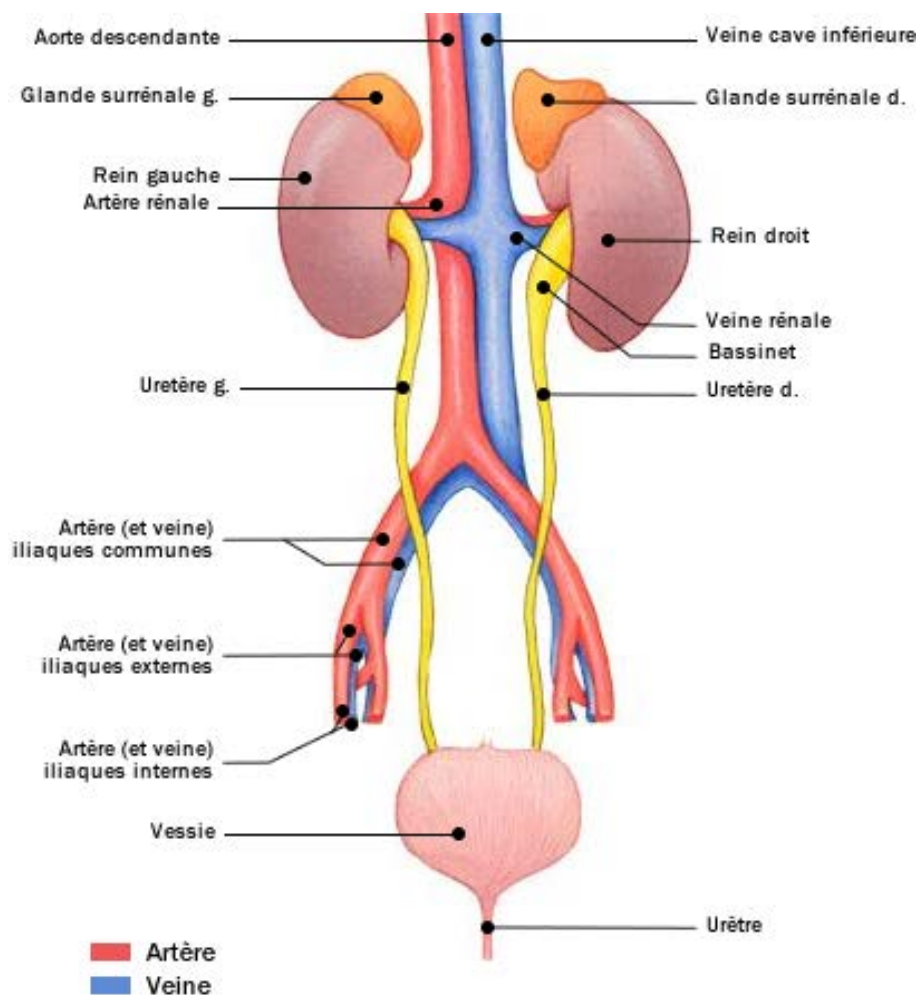
TABLE DES MATIERES

1. Anatomie de l'appareil urinaire.....	4
1.1 Vue d'ensemble	4
1.2 Les reins	5
1.2.1 Anatomie	5
1.2.2 Histologie	6
1.2.3 Physiologie.....	7
1.3 Les uretères	9
1.4 La vessie	10
1.5 L'urètre.....	11
2 Le reflux vésico urétéral	11
2.1 Définition	11
2.2 Épidémiologie	11
2.3 Physiopathologie.....	12
2.4 Tableau clinique	15
2.5 Thérapeutiques.....	18
3 Examen paraclinique dans l'exploration du RVU.	20
3.1 Indications	20
3.2 Échographie réno-vésicale.	21
3.3 Cystographie rétrograde et mictionnelle.....	22
3.4 Cystosonographie.....	25
3.5 Scintigraphie à l'acide dimercaptosuccinique (DMSA).....	31
4 Article.....	34
4.1 Résumé.	34
4.2 Introduction.....	36
4.3 Matériels et méthode.....	38
4.4 Résultats	45
4.5 Discussion.....	53
4.6 Conclusion	56
5 Bibliographie.	57

1. Anatomie de l'appareil urinaire.

1.1 Vue d'ensemble

L'appareil urinaire est un système composé de plusieurs organes ayant pour but d'éliminer une partie des déchets organiques sous une forme liquide, l'urine. Il se divise en deux parties, le haut appareil urinaire constitué des reins et des uretères et le bas appareil urinaire constitué de la vessie de l'urètre.(1)



L'appareil urinaire

Figure 1. Anatomie des voies urinaires.(1)

1.2 Les reins

1.2.1 Anatomie

Les reins sont des organes pairs et bilatéraux constituant en partie le haut appareil urinaire. Ils sont situés de part et d'autre du rachis dans la région lombaire contre la paroi postérieure de l'abdomen. Chaque rein présente une forme ovoïde aplati avec un bord latéral régulier et convexe, appelé convexité du rein et un bord médial creusé d'une cavité à sa partie moyenne, le sinus rénal. Le sinus rénal contient le hile rénal avec le pédicule vasculaire rénal et délimite les voies excrétrices urinaires intra rénales et extra rénales. Les rebords du hile rénal sont appelés lèvres antérieure et postérieure.

Les dimensions moyennes du rein chez un adulte jeune sont de 12 cm de hauteur, 6 cm de largeur et 3 cm d'épaisseur. Chaque rein pèse environ 140 grammes chez l'homme et 125 grammes chez la femme. Le rein gauche est légèrement plus gros que le droit.(2)

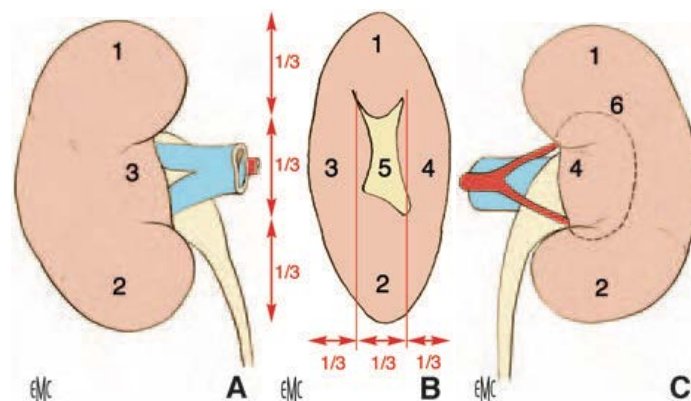


Figure 2. Morphologie externe du rein droit.(2)

- A. Face postérieure
- B. Bord médial avec le hile rénal
- C. Face antérieure

- 1. Pole supérieur 2. Pôle inférieur 3. Lèvre antérieure 4. Lèvre postérieure 5. Hile 6. Projection du sinus rénal

La vascularisation rénale est assurée par le pédicule rénal composé, dans 75% des cas, d'une artère et d'une veine.

Les artères rénales naissent symétriquement des faces latérales de l'aorte abdominale, en regard de L1. A droite, l'artère rénale passe en arrière de la veine cave inférieure puis en arrière de la veine rénale. Chaque artère rénale se divise dans le hile en une artère pré-pyélique et une artère rétro-pyélique.

Les veines rénales ont pour origine la réunion des veines intra-rénales à l'intérieur du sinus rénal. Elles constituent les éléments les plus antérieurs du pédicule rénal et se terminent sur les faces latérales de la veine cave inférieure en regard de L1-L2. A gauche, la veine rénale passe dans la pince aorto-mésentérique.(2)

1.2.2 Histologie

Le rein est formé de l'extérieur vers l'intérieur, d'une capsule fibreuse lisse, du parenchyme rénal avec une partie corticale externe et une partie médullaire interne.

La médullaire est constituée des pyramides de Malpighi, dont la base s'appuie sur le cortex et dont le sommet fait saillie dans le sinus rénal et forme les papilles. Elles contiennent des tubules rénaux droits et les tubules collecteurs. Elles sont au nombre de 8 à 10 par rein.

Le cortex rénal est la zone de filtration glomérulaire. Il mesure 1 cm d'épaisseur entre la base des pyramides et la capsule externe. Il s'insinue entre les pyramides formant des colonnes appelées colonne de Bertin. Chaque pyramide rénale, avec la zone de cortex rénal qui l'entoure et la prolongation jusqu'à la capsule du rein, forme un lobule rénal.

Le sinus rénal est une cavité contenant les ramifications du pédicule rénal et la voie excrétrice supérieure intra rénale. Les parois du sinus sont composées de parenchyme rénal de morphologie conique, les papilles rénales. Le sommet des papilles est perforé de petits trous à travers laquelle l'urine est déversée dans les voies urinaires au sein de calices mineurs moulés sur les papilles.(2) La réunion de 2 à 4 calices mineurs forme un calice majeur. Chaque rein est composé de 2 à 5 calices majeurs se rejoignant pour former le pyélon.

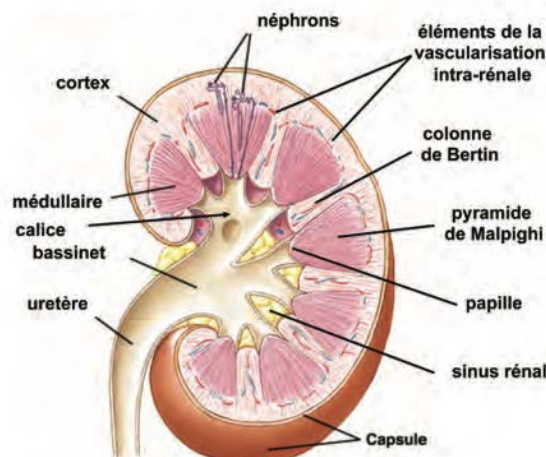


Figure 3. Anatomie d'un rein.(3)

1.2.3 Physiologie

L'unité fonctionnelle du rein est appelée néphron. Ils sont au nombre de 1 à 1,5 million dans chaque rein. Chaque néphron est composé de deux parties, le corpuscule de Malpighi et le tubule urinaire qui vont assurer les fonctions de filtration, de réabsorption et de sécrétion qui conduisent à la formation de l'urine définitive.

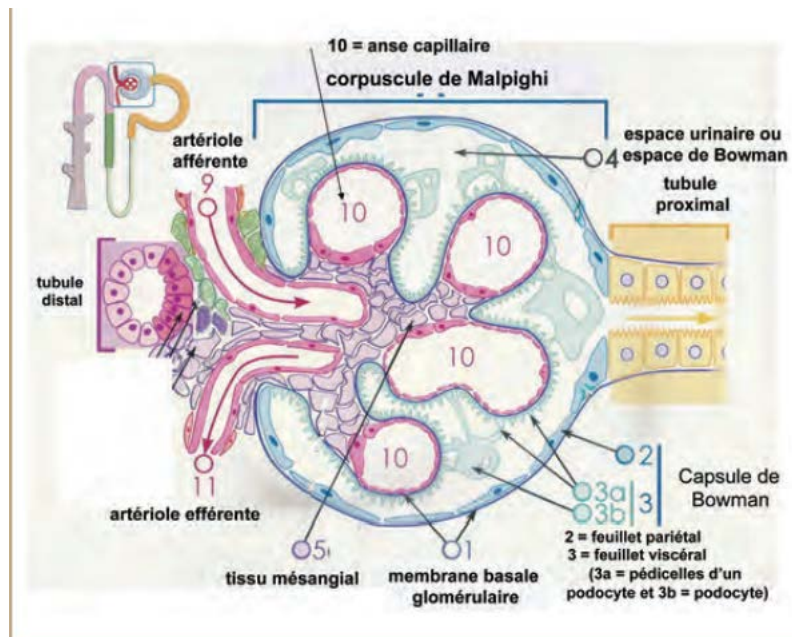


Figure 4. Le corpuscule de Malpighi.(3)

La filtration du sang est effectuée dans le corpuscule de Malpighi. Ce dernier correspond à une sphère creuse constituée par une structure épithéliale à double paroi, la capsule de Bowman, au sein de laquelle se trouve le glomérule. Celui-ci est un réseau de 4 à 6 capillaires issus de l'artériole afférente. Le résultat de cette première filtration est appelé l'ultrafiltrat. Il a une composition presque identique au plasma sanguin, à l'exception des molécules de grande taille et des cellules du sang. Les valeurs physiologiques du débit de filtration glomérulaire (DFG) sont de 120 à 130 ml/min rapportés à $1,73\text{m}^2$ de surface corporelle. Le DFG représente la fraction du volume plasmatique qui est filtrée pendant le passage du sang dans le glomérule rénal, le débit sanguin rénal étant de 12000 ml/min.(4)

Le tubule fait suite au corpuscule de Malpighi et comporte différentes parties qui ne jouent pas le même rôle dans la transformation de la pré-urine glomérulaire en urine définitive. On distingue la partie contournée proximale, l'anse de Henlé, la partie contournée distale et le canal collecteur de Bellini qui aboutit à la papille rénale.

Chacune de ses parties jouent un rôle dans la réabsorption de l'eau d'une part et des substances ioniques d'autre part.(4)

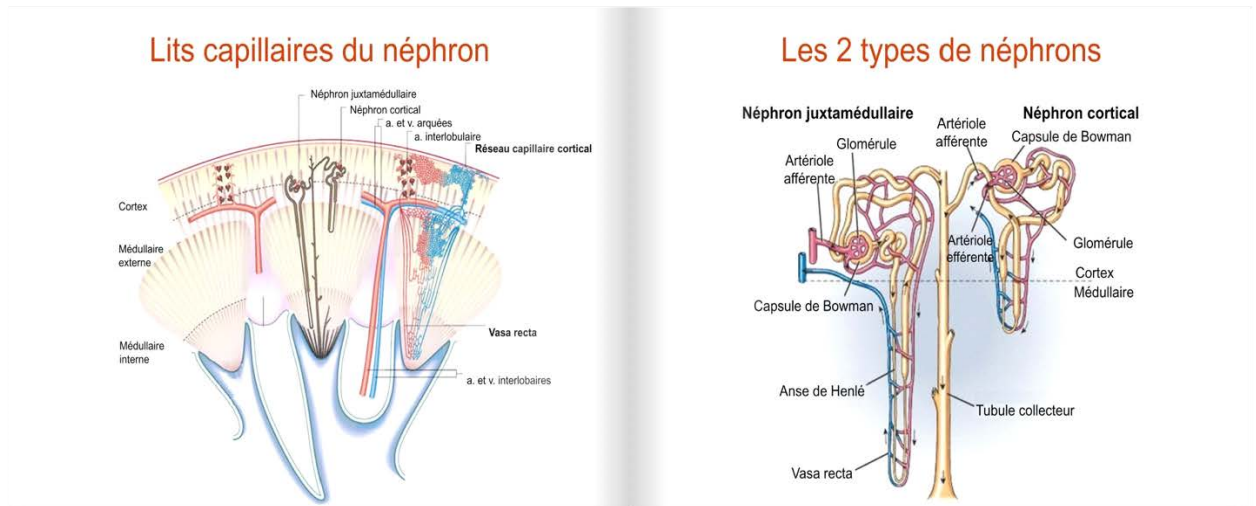


Figure 5. Néphrons.(5)

Le rein dispose également d'une fonction endocrine par la synthèse de l'érythropoïétine (EPO), de la rénine et du calcitriol.

La rénine joue un rôle clé dans la régulation de la tension artérielle.

L'EPO est essentielle pour la production des érythrocytes et donc le maintien de la masse des érythrocytes dans le sang.

Le calcitriol est un dérivé de la vitamine D permettant de réguler la calcémie.(3)

1.3 Les uretères

Les uretères sont le prolongement des reins. Ils collectent l'urine filtrée par les reins qu'ils conduisent vers la vessie. Chez l'adulte, ils mesurent 25 à 30 cm de long. Le

long de leur trajet leur calibre varie de 3 à 6 mm. Ils sont animés d'un péristaltisme qui permet à l'urine de progresser vers la vessie.

Ce sont des conduits musculaires cylindriques constitués de trois tuniques, une muqueuse, une musculuse et une adventice. Ils se divisent en quatre segments : lombaire, iliaque, pelvien et intra vésical. Ils se terminent dans la vessie par un trajet oblique en bas et en dedans, long d'environ 2 cm avec 1 cm à travers la musculuse et 1 cm sous la muqueuse et participent à la constitution du trigone vésical. Le trajet intra mural et sus muqueux forme un système anti reflux.(2)

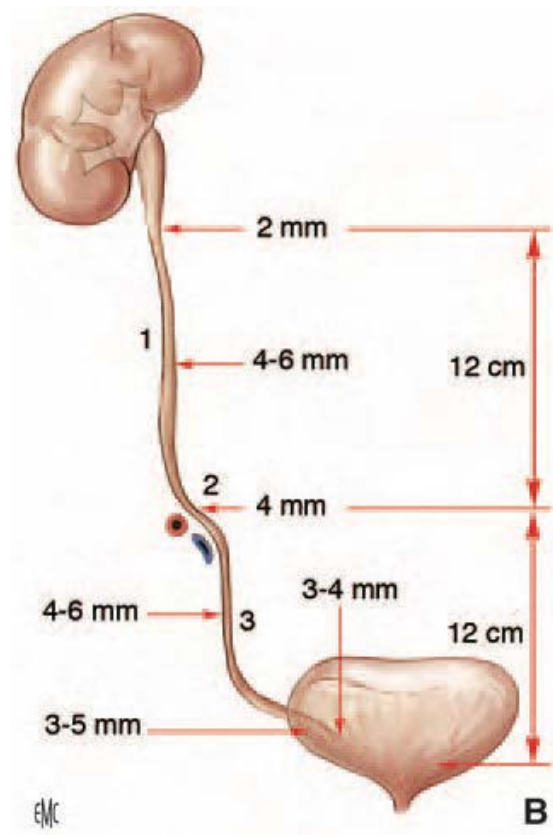


Figure 6. Morphologie externe de l'uretère. (2)

1.4 La vessie

La vessie est un organe creux de forme triangulaire aux parois composées d'une muqueuse, d'une musculuse et d'une séreuse. Elle a une fonction de collecteur de

l'urine terminale avant son évacuation au cours de la miction. Sa capacité est d'environ 200 à 600 ml. Le muscle vésical est appelé détrusor et possède à sa base un sphincter de muscles lisses (interne) qui permet le contrôle involontaire de la miction. Le contrôle volontaire de la miction est assuré par le muscle strié du sphincter vésical. (1,6)

1.5 L'urètre

L'urètre est un canal avec une fonction excrétrice de l'urine. Il s'étend du col vésical jusqu'au méat urinaire. Il mesure environ 3,5 cm chez la femme et 15 cm chez l'homme.

2 Le reflux vésico urétéral

2.1 Définition

Le reflux vésico urétéral (RVU) est défini comme le passage rétrograde d'urine de la vessie vers un ou les deux uretères et parfois jusqu'aux reins, secondairement à un dysfonctionnement de la jonction vésico-urétérale. Cette jonction agit normalement comme une valve unidirectionnelle laissant passer l'urine vers la vessie et se refermant lors de la miction prévenant ainsi tout risque de reflux. Le RVU affecte principalement les nouveau-nés et les enfants.(7,8)

2.2 Épidémiologie

Le RVU est la malformation urinaire congénitale la plus fréquente chez l'enfant. La prévalence du RVU dans la population générale est de 9% (6.0-12.0).(9) Cependant cette prévalence varie en fonction de la population d'enfants choisie. Ainsi, la prévalence du RVU est de 31,1% (29,8-32,4) chez les enfants présentant des

infections urinaires sans différence significative entre les filles et les garçons dans cette population. Chez les enfants avec un diagnostic anténatal d'hydronéphrose la prévalence du RVU est de 20,5% (18,6-22,4). Elle est de 23,7% (21,3-26,9) chez les enfants présentant une malformation rénale, inférieure à celle des enfants avec infections urinaires. (9)

Il existe une différence raciale de prévalence et de sévérité du reflux chez les enfants. En effet, les enfants d'ethnie africaine ont trois fois moins de reflux que les enfants d'ethnie caucasienne et leurs reflux sont significativement moins sévères.(10)

2.3 Physiopathologie

Les causes du RVU ne sont pas clairement identifiées. Pour les enfants présentant d'autres malformations de l'arbre urinaire, le RVU peut être considéré comme un facteur ayant contribué à ces malformations. (8)

Le RVU peut être isolé et appelé reflux primaire. Il correspond alors soit à une immaturité de la vessie et de l'uretère, soit à un problème d'implantation isolé de l'uretère dans la vessie (méat ectopique, trajet intra pariétal vésical court). Il est possible que le reflux de bas grade soit un phénomène physiologique avec lequel les enfants grandissent. (11)

Il peut être secondaire : d'origine inflammatoire, en lien avec une vessie neurologique ou associé à d'autres anomalies urinaires comme des valves de l'urètre postérieur ou un urétérocèle. Il peut, dans ce cas, faire partie d'un syndrome malformatif. La découverte d'anomalies de développement des reins et des uretères

a menée au terme de *CAKUT* pour *congenital abnormalities of the kidney and ureteric tract*. Dans le *CAKUT* le RVU est l'anomalie la plus souvent retrouvée parmi d'autres telles que des duplications, des dysplasies ou des reins uniques.(8,12)

Il existe une part héréditaire et familiale à l'origine du RVU avec une transmission autosomique dominante à pénétrance variable.(13)

L'une des hypothèses avancées est une anomalie au niveau des gènes responsables de l'organogénèse de l'arbre urinaire avec un dysfonctionnement du bourgeon urétéral lui-même ou de l'interaction entre le bourgeon urétéral et le rein foetal menant au développement d'un RVU.(14)

Le système anti-reflux urétéro-vésical se base sur quatre éléments :

- La longueur du trajet intra mural, sous-muqueux de l'uretère, cette longueur augmentant jusqu'à l'âge de 12 ans.
- La qualité des fibres musculaires amarrant le méat urétéral au trigone vésical.
- La proportion entre la longueur de ce trajet sous muqueux et le calibre de l'uretère.
- La tonicité de la paroi musculaire vésicale et celle de la musculature intrinsèque de l'uretère.

Ce système est surtout passif, le remplissage vésical agrandissant le réservoir vésical et allongeant le trajet sous muqueux jusqu'au collapsus.

Lors de la miction, la contraction du détrusor augmente la pression en intra vésical, maintenant le méat urétéro vésical fermé.(15)

De ce fait, le RVU peut être dû à des anomalies anatomiques ou fonctionnelles.

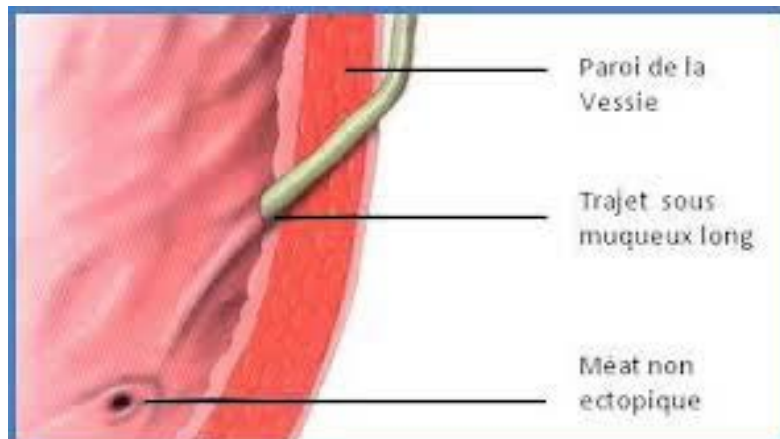


Figure 7. Uretère intra mural.(16)

D'un point de vue anatomique :

- Le trajet sous muqueux de l'uretère peut être trop court dans le cas des RVU primaires chez les nouveau-nés et les nourrissons, correspondant à une ectopie du méat urétéral. Ce RVU disparaît spontanément par la croissance du plancher vésical s'il est de bas grade.
- Une anomalie de la paroi vésicale telle qu'une hypotonie dans le cas des mégavessie, ou un diverticule pariétal congénital ou acquis compromettant le système de pression.
- Une dilatation pseudo kystique de l'extrémité inférieure de l'uretère, un urétérocèle.(15)

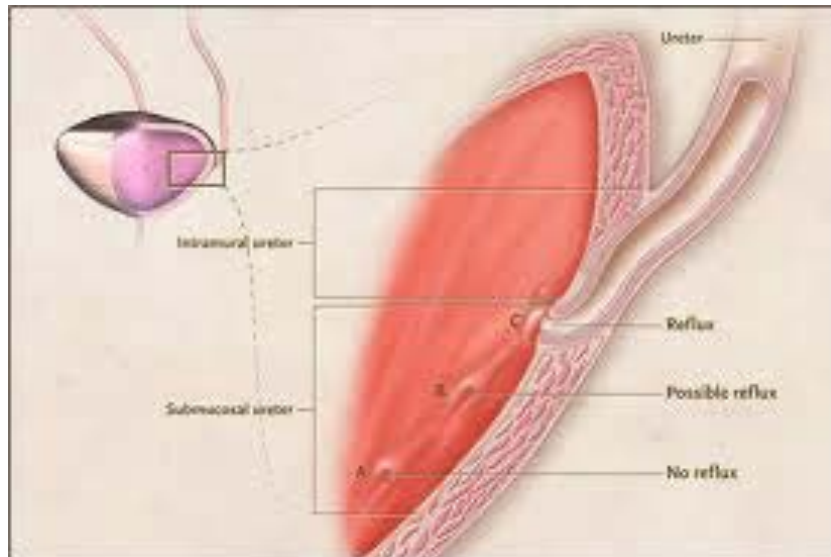


Figure 8. Méat urétéral ectopique.(16)

D'un point de vue fonctionnel, deux catégories d'anomalies sont distinguées celles intéressant la phase de remplissage et celles intéressant la phase de miction :

- Pendant la phase de remplissage le RVU est généré par une augmentation de la pression intra vésicale soit permanente dans le cas de vessie neurologique ou en cas d'obstacle sous vésical (valve de l'urètre postérieur), soit intermittente dans le cas de l'immaturation vésicale.
- Pendant la phase de miction, un renforcement paradoxal du sphincter externe s'opposant à la miction engendre un RVU à haute pression. Cela est retrouvé dans les anomalies neurologiques congénitales (agénésie sacré, dysraphisme), acquises (traumatisme ...) ou dans les dysfonctionnements transitoires du sphincter (dys-synergie vésico-sphinctérienne).(15)

2.4 Tableau clinique

Le RVU est l'uropathie la plus fréquente chez l'enfant.

Il peut être suspecté en anténatal devant la constatation d'une hydronéphrose.(17)

Une hydronéphrose anténatale est observée chez 1 à 5% des fœtus mais seulement

15% de ces hydronéphroses mènent au diagnostic de RVU. Il existe une corrélation entre le degré de dilatation et le risque d'uropathie postnatale.(18,19)

Le mode de révélation principale du RVU est l'infection urinaire dans 75% des cas(20).

En effet, le reflux favorise une vidange incomplète de la vessie ; une partie des urines remonte dans l'uretère pendant la miction puis redescend ensuite, favorisant la stagnation et l'infection (cystite). Ces urines infectées peuvent également remonter jusqu'au rein.

Il peut exister des douleurs lombaires. La pression qui augmente dans la vessie par contraction du muscle vésical se répercute anormalement dans l'uretère jusqu'au rein.(16)

La fièvre peut être le seul symptôme d'une infection urinaire en cours surtout chez les plus jeunes.(21,22)

Les nourrissons avec une pyélonéphrite peuvent également se présenter avec des symptômes non spécifiques tels que des vomissements, une agitation ou une léthargie, une hypothermie, des difficultés à manger.(23,24) Le choc septique est inhabituel en dehors d'une pyélonéphrite obstructive.(25)

Chez les enfants plus âgés, une cystite se manifeste par une dysurie, une incontinence, une hématurie et des douleurs pelviennes et, pour la pyélonéphrite, par de la fièvre et des douleurs lombaires.(26)

Le RVU peut engendrer une néphropathie de reflux. On distingue dans ce terme deux catégories de pathologies : D'une part, les lésions rénales chroniques acquises du fait des infections urinaires à répétitions touchant principalement les filles. D'autre

part, les lésions rénales congénitales avec dysplasie rénale dans le cadre de RVU prénatal sans composante infectieuse touchant principalement les garçons, beaucoup moins fréquentes.(27)

En comparant la proportion de RVU et celle d'insuffisance rénale terminale due à la néphropathie de reflux, il est constaté que l'évolution de la grande majorité des patients avec un RVU est bonne. En effet, selon Craig JC, seulement 5 à 7% des insuffisances rénales terminales sont imputables à la néphropathie de reflux.(28)

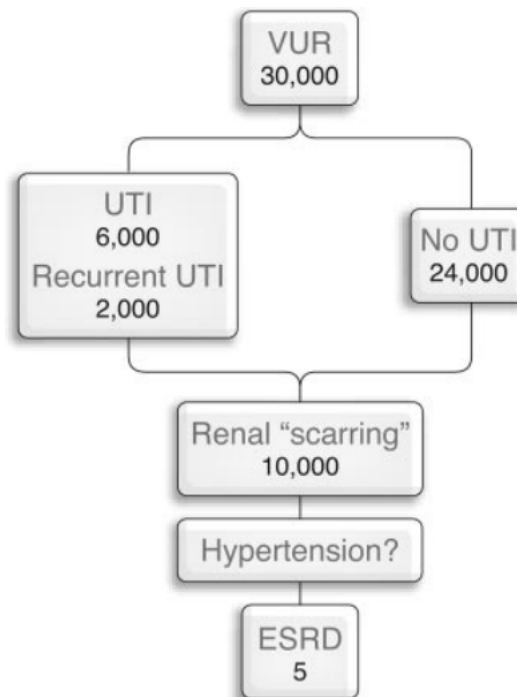


Figure 9. Évolution naturelle du RVU à partir d'une population de 100000 de patients.(29)

VUR : RVU ; UTI : Infection urinaire ; ESRD : Insuffisance rénale terminale

En effet, parmi les RVU, il existe une part importante de résolution spontanée. Les reflux non associés à une dilatation des cavités pyélocalicielles régressent plus rapidement que ceux avec dilatation.(30)

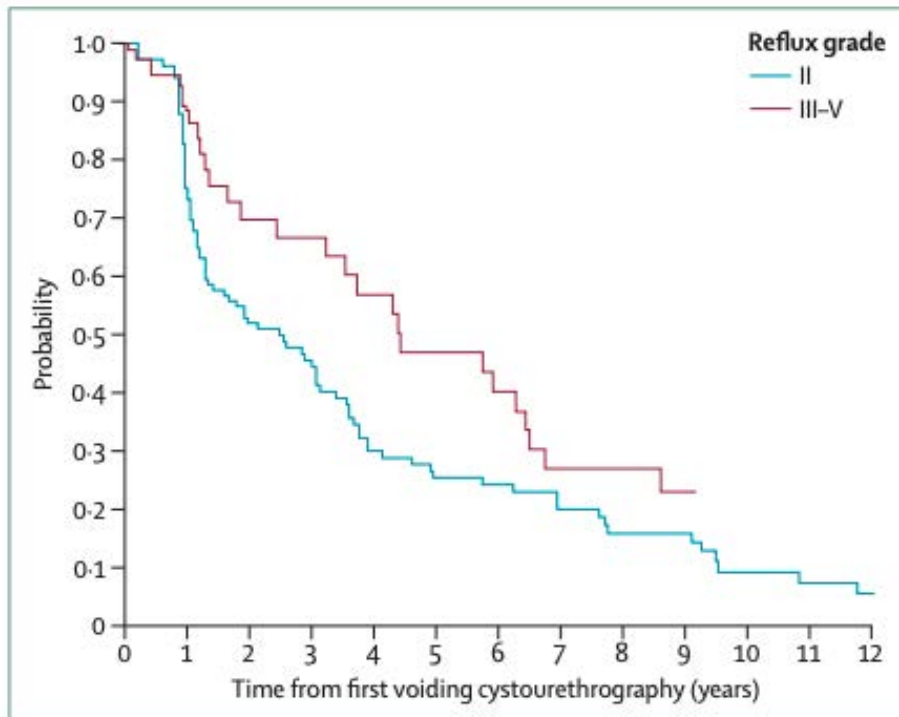


Figure 10. Probabilité de résolution spontanée du RVU en fonction du grade.(30)

2.5 Thérapeutiques.

L'objectif du traitement est de protéger les reins.

Le traitement du RVU peut être médical ou chirurgical.

D'une part, un certain nombre des reflux de l'enfant sont liés à l'immaturation neurologique de la vessie et vont se résoudre spontanément.

D'autre part, les enfants de moins de 1 an ont des résultats chirurgicaux moins bons.(16)

Un traitement antibiotique à faible dose, en changeant régulièrement de molécule pour éviter l'apparition de résistances, peut être prescrit en surveillant l'absence d'infection par des ECBU réguliers afin de pouvoir attendre un âge suffisant pour envisager une chirurgie tout en évitant au maximum les épisodes de pyélonéphrite.(16)

Il existe deux alternatives au traitement chirurgical.

Le traitement endoscopique où l'on injecte un produit biocompatible au niveau de la jonction urétéro-vésicale pour la rendre compétente. C'est un geste simple pour l'enfant avec un taux de succès entre 80-90%.(31)

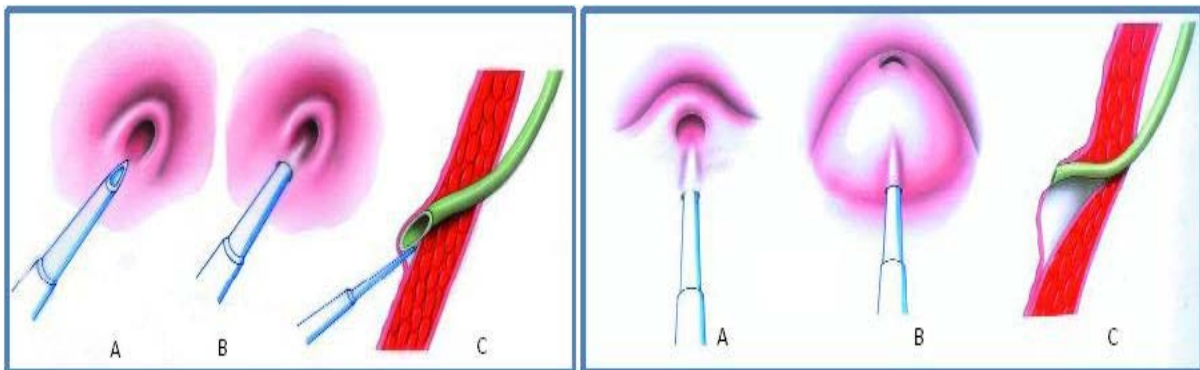


Figure 11. Traitement endoscopique du reflux.(16)

Le traitement chirurgical consiste à recréer le système anti reflux naturel et repose sur l'intervention de Cohen, fiable dans 98% des cas.(32)

Cette intervention a pour but d'augmenter la longueur du trajet intra mural de l'uretère. La vessie est ouverte, l'uretère est libéré de son trajet et mobilisé. Création d'un trajet dans la paroi vésical entre le muscle et la muqueuse puis suture de l'uretère à son nouvel emplacement. Une sonde est laissée en place pour la cicatrisation.(33)

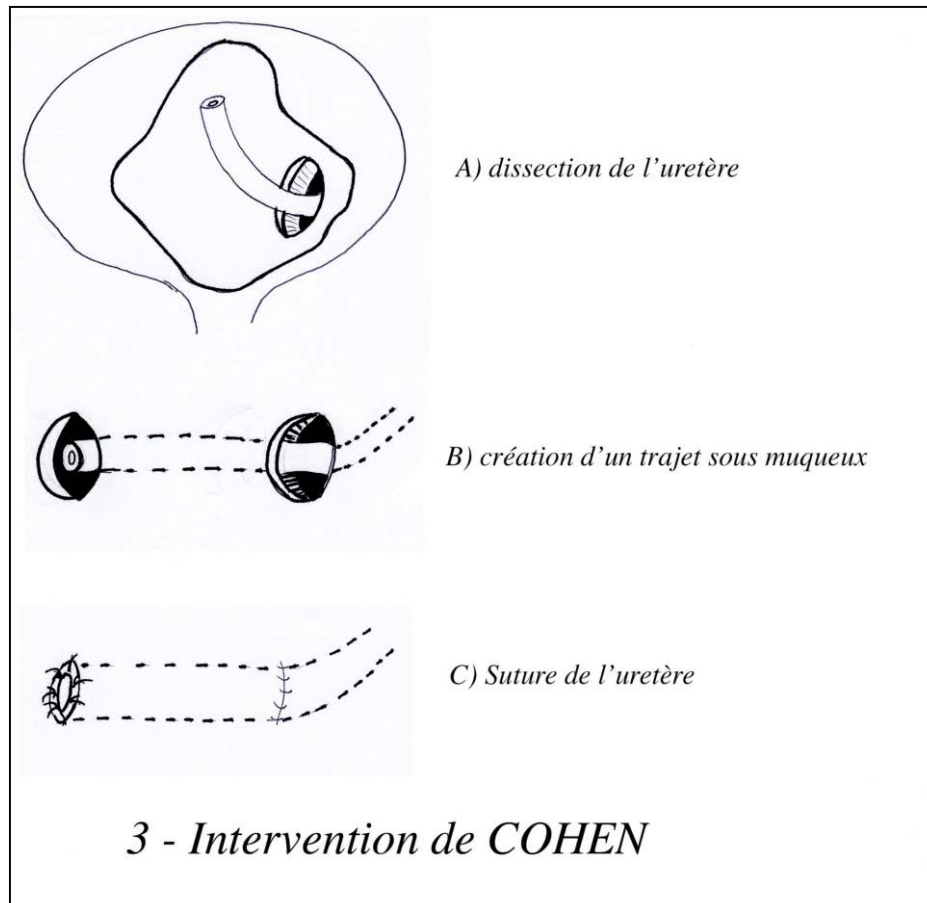


Figure 12. Intervention de Cohen. (33)

3 Examen paraclinique dans l'exploration du RVU.

3.1 Indications

Pour les enfants de 2 mois à 2 ans présentant une infection urinaire, il existe une différence de prise en charge concernant les examens complémentaires entre l'Europe et les Etats-Unis.

L'Académie américaine de pédiatrie recommande de réaliser, en première intention, une échographie réno-vésical. En cas d'hydronéphrose, de cicatrice rénale ou d'argument pour un reflux de haut grade, une cystographie mictionnelle rétrograde (CRM) ou une scintigraphie au DMSA complémentaire sont indiquées.(34)

L'association européenne d'urologie recommande la réalisation d'une CRM chez tous les enfants de moins de 2 ans ayant présenté une infection urinaire

confirmée.(35)

Une approche alternative pourrait reposer sur la scintigraphie au DMSA, la majorité des patients avec un reflux de haut grade ayant une scintigraphie positive.(36)

Cependant, une méta analyse de Mantadakis (2011) a montré que la scintigraphie ne peut pas être recommandée en remplacement de la CRM dans l'exploration d'une première infection urinaire chez les enfants de moins de 2 ans par manque de sensibilité et spécificité.(37)

De ce fait, la CRM occupe une place prépondérante dans l'exploration des RVU.

3.2 Échographie réno-vésicale.

Une échographie réno-vésicale est indiquée chez les enfants présentant une infection urinaire à la recherche de complications telles qu'une dilatation des cavités pyélocalicielles ou une anomalie du tractus urinaire. Elle est également indiquée en cas d'hématurie.(26)

L'échographie permet une étude morphologique des reins, de la vessie et des uretères parfois. Elle permet également de détecter des troubles du développement rénal en cas d'asymétrie de taille des reins ou de taille inférieure aux normes pour l'âge.

L'échographie est pathologique dans approximativement 15% des cas d'infection et seulement 1 à 2% des enfants requièrent une prise en charge urgente (examen complémentaire, chirurgie).(38)

Le RVU n'est pas diagnostiqué par l'échographie dans 24 - 33% des cas en rapport avec le caractère intermittent du RVU, (10,39) voire même jusque 67% des cas dans une étude chez des enfants de moins de 2 ans.(40)

Le résidu post mictionnel doit être mesuré chez les enfants qui ont acquis la continence pour éliminer une anomalie de la phase mictionnelle.

Ainsi, une prise en charge reposant uniquement sur l'échographie n'est pas suffisante car 33% des patients à risque ne sont pas détectés.(26)

3.3 Cystographie rétrograde et mictionnelle.

La CRM est le gold standard pour le diagnostic de RVU. Elle permet d'obtenir une imagerie morphologique de la vessie, des uretères et de l'urètre.

C'est un examen radiologique. Il implique un abord vésical : cathétérisme vésical par voie sus pubienne ou sondage urétral pour les garçons et sondage urétral pour les filles. L'administration intra vésicale d'un produit de contraste radio opaque est suivie d'une exploration par fluoroscopie de l'abdomen et du pelvis. Le diagnostic de RVU est confirmé devant l'opacification du haut appareil urinaire. Celui-ci peut apparaitre pendant la phase de remplissage ou de miction permettant de distinguer respectivement les RVU à basse pression ou à haute pression.(41)

Il existe une classification internationale permettant de grader les reflux en fonction de la présence de produit de contraste au sein des uretères et/ou des calices et en fonction de la dilatation du haut appareil urinaire.(42)

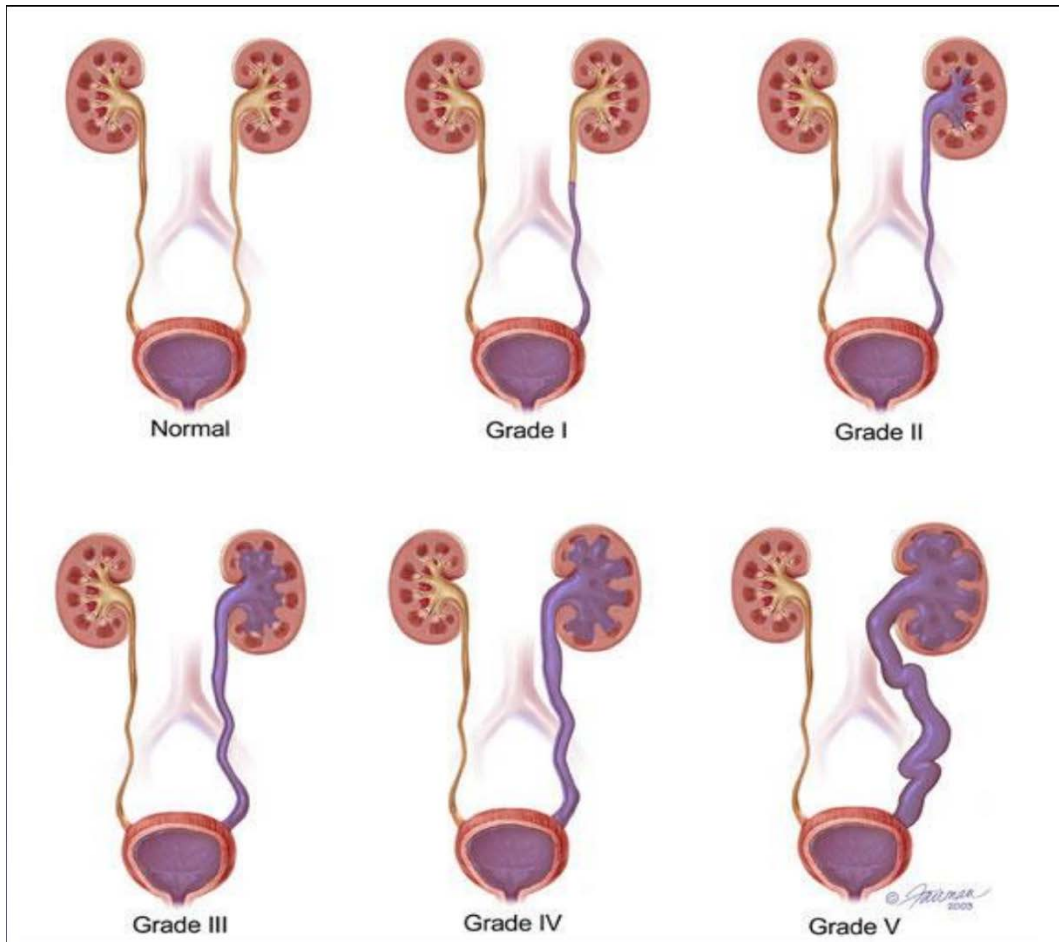


Figure 13. Grade des RVU selon la classification internationale.(42)

Cet examen comporte plusieurs inconvénients et est vécu difficilement par le patient et sa famille.(43)

Le cathétérisme vésical peut être pénible voire traumatisant et peut, dans de rares cas, induire des infections.(44)

Elle expose les patients et l'opérateur aux rayons X : la dose effective moyenne reçue est de l'ordre de 0,4 à 0,9 mSv.(45). Les gonades étant dans le champ d'exploration, la dose effective pour ces organes est significative avec une moyenne de 0,4 mSv pour les ovaires et de 0,3 mSv pour les testicules. Le risque de malignité pour les ovaires et les testicules est de $4,4 \times 10^{-7}$ et $3,3 \times 10^{-7}$ respectivement, soit un risque faible mais, avec la répétition des examens chez les patients présentant un RVU sur des gonades en développement, ce n'est pas négligeable.(46)

Pour réduire cette ionisation, la fluoroscopie pulsée est utilisée.

Les enfants sont plus exposés que les adultes aux effets à long termes de l'irradiation car les tissus en développement de l'enfant sont plus sensibles que les tissus matures des adultes. De plus, les enfants ont une espérance de vie plus longue durant laquelle on peut assister au potentiel sur risque oncologique induit par cette ionisation.(45)

Le RVU est un phénomène dynamique et fluctuant. La CRM peut parfois ne pas le mettre en évidence à cause d'une exploration discontinue de la fluoroscopie pulsée.(47)

La dilution du produit de contraste dans un système urinaire dilaté associée à des superpositions digestives, contribue également à la diminution de sensibilité de la CRM.(47) Il s'agit en effet d'une imagerie de projection, une concentration minimale du contraste est nécessaire au sein des voies excrétrices pour être détectée et différenciée des structures digestives.



Figure 14. Exemple de RVU de grade 3 en CRM.
Image issue du service d'imagerie pédiatrique de Jeanne de Flandres

3.4 Cystosonographie

Une technique d'imagerie se basant sur les ultrasons pour explorer les RVU est étudiée en Europe depuis 20 ans.(48)

Cette modalité d'imagerie en coupe permet d'éviter une exposition aux rayons X et permet une étude prolongée et en continue des structures d'intérêt.(49)

Elle est techniquement proche de la CRM.

Le patient est placé en décubitus dorsal. La voie d'abord vésicale est mise en place (sondage vésicale à la sonde souple sans ballonnet pour les filles et cathétérisme sus pubien pour les garçons en respectant les règles d'asepsie usuelles et de prise en charge de la douleur (patch d'EMLA, MEOPA, glucose et distraction).

La vessie est vidée de son contenu puis remplie progressivement par « X » mL de contraste ultrasonore Sonovue (BRACCO) diluée dans 500mL de sérum physiologique à température corporelle. La dilution est d'environ 1mL dans 500 mL de SSI. La valeur « x » correspondant au volume théorique vésical pour l'âge. Le remplissage est réalisé à une hauteur d'eau entre 40 et 100cm maximum. Une visualisation échographique en mode échographie de contraste (CHI chez TOSHIBA) est débutée avec index mécanique bas (inférieur à 0,1) afin de ne pas léser les microbulles. Elle explore par voie sus pubienne puis lombaire la morphologie vésicale, la dilatation urétérale et pyélocalicielle éventuelle.

Cet examen permet une exploration continue de la vessie, de l'espace rétro vésical et des reins pendant la phase de remplissage et de miction. Il est possible aussi d'étudier l'urètre pendant la phase de miction.(50)

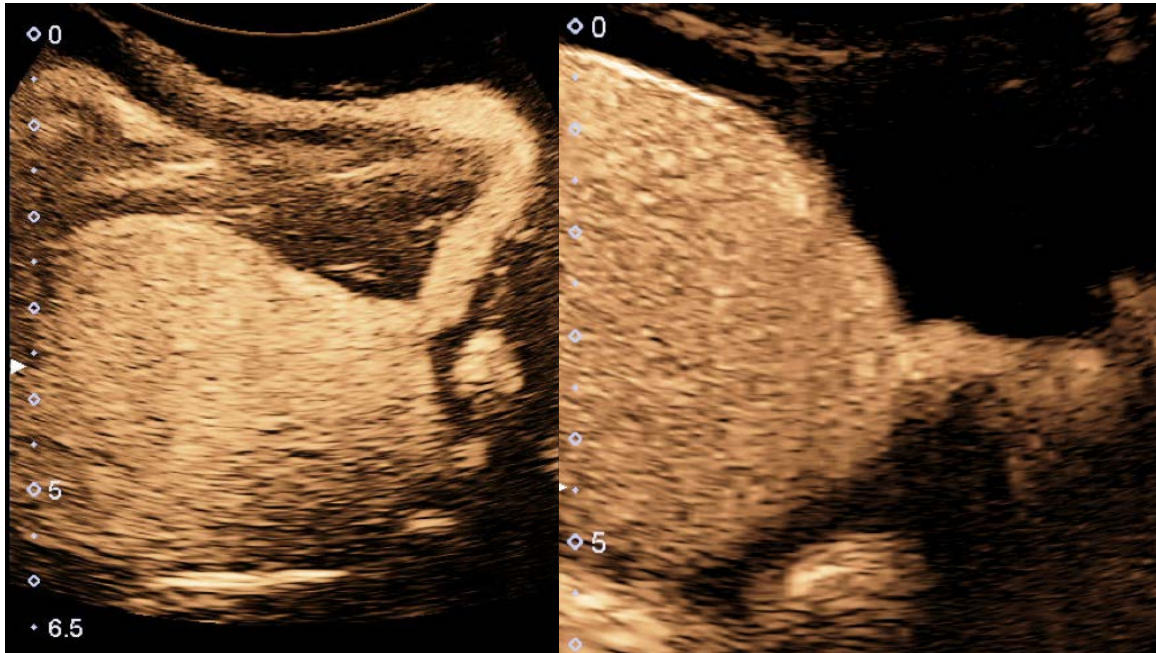


Figure 15. Exemple d'imagerie de l'uretère masculin à gauche et féminin à droite lors de la phase de miction en cystosonographie.
Images issues du service d'imagerie pédiatrique de Jeanne de Flandres

Le diagnostic de RVU est confirmé devant la présence de microbulles provenant du produit de contraste échographique au sein du haut appareil urinaire.

Il existe une classification établie par Darge et Troeger (51) se basant sur la classification internationale utilisée en CRM permettant au clinicien une bonne corrélation avec leur examens antérieurs.

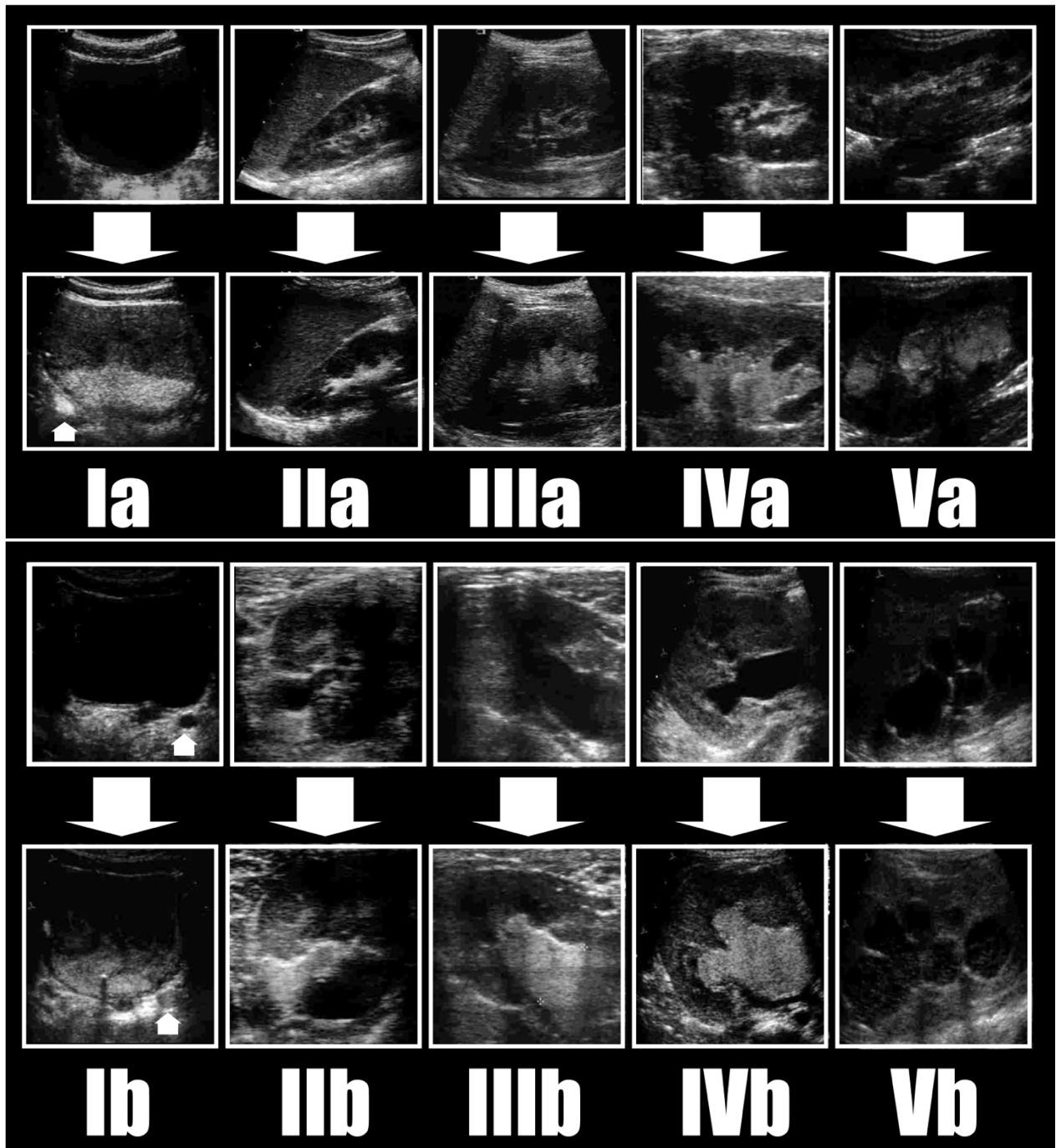


Figure 16. Classification des RVU en CEVUS selon K. Darge et J. Troeger. RVU avec un uretère primitivement non dilaté (a) et dilaté (b). La série d'image de la ligne supérieure est réalisé avant instillation du produit de contraste échographique et la série inférieure au moment du reflux. (51)

Les performances diagnostiques de la CEVUS ont été améliorées par l'utilisation de produit de contraste plus stable (52) et par les avancées techniques échographiques notamment l'imagerie harmonique.(53)

L'Albunex® (San Diego, USA) puis le Levovist® (Levovist Schering, Berlin, Allemagne) étaient les premiers produits de contraste échographique utilisés. Ils étaient à la base administrés en intraveineux pour l'étude des shunts cardiaques puis ont été approuvés pour une utilisation intra-vésicale.(54,55)

Actuellement, un produit de contraste échographique de deuxième génération, le SonoVue® (SonoVue Bracco, Italie) est utilisé. Il possède plusieurs avantages comparativement au Levovist.(56) Le SonoVue est une suspension aqueuse de microbulles de sulfure d'hexafluorure avec une coque de phospholipides permettant d'augmenter la rétrodiffusion des ultrasons et ainsi une meilleure visualisation en échographie. Il n'est pas soluble dans l'eau et reste stable 6 heures.

Il n'y a quasiment pas d'effet indésirable rapporté à ce jour.(57)

L'imagerie harmonique permet d'améliorer le contraste de l'image et la résolution spatiale et réduit les artefacts comparativement au mode conventionnel.(58)

Avec l'application des produits de contraste échographique de nouvelle génération et des techniques échographiques, la CEVUS est considéré comme une alternative non ionisante à l'exploration des RVU.(59)

Actuellement la sensibilité de la CEVUS est entre 57% et 100% et la spécificité entre 87% et 100% avec une tendance à une gradation plus importante des RVU en CEVUS comparativement à la CRM. (60)

D'un point de vue organisationnel, la cystosonographie (CEVUS) se rapproche de la CRM ; les examens étant semblables techniquement, la durée d'une cystosonographie et le besoin en personnel sont similaires à celui d'une CRM.(41)

Il existe des inconvénients et limites à l'utilisation de la CEVUS.

Le cône d'ombre, produit par le produit de contraste en intra-vésical, peut limiter l'exploration de l'espace rétro-vésical et diminuer la sensibilité pour le diagnostic des RVU de grade 1.(60) On peut y remédier par la dilution du produit de contraste dans du sérum salé isotonique.(41)

L'utilisation de l'échographie dans cet examen requiert de la technique, de l'expérience et des compétences d'interprétation qui sont opérateur-dépendant. (61)

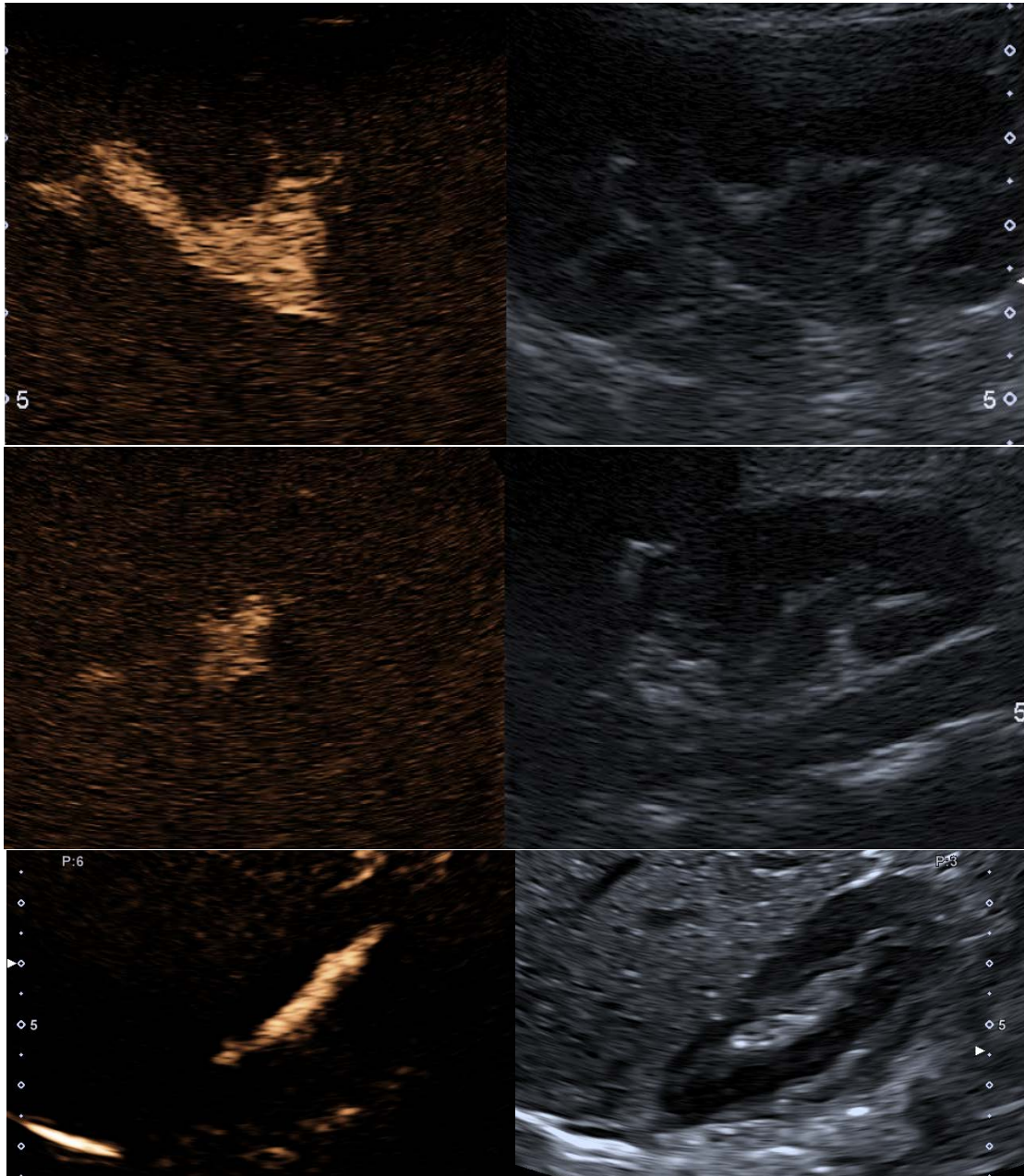


Figure 17. Exemple de RVU en cystosonographie de grade II.
Images issues du service d'imagerie pédiatrique de Jeanne de Flandres

3.5 Scintigraphie à l'acide dimercaptosuccinique (DMSA)

La scintigraphie au DMSA repose sur l'injection intra veineuse de DMSA marqué préalablement avec du Technétium 99m. Le DMSA est utilisé pour son tropisme rénal.(62)

L'image est établie grâce au rayonnement gamma émis par la décroissance du technétium^{99m} en technétium et capté par la gamma caméra.

L'enfant est placé en décubitus dorsal, immobilisé.

Les images sont acquises 2 à 3 heures minimum après l'injection ; l'acquisition d'images tardives à 24 heures pouvant être requise en cas d'hydronéphrose importante.

Les incidences sont réalisées en face postérieure et en obliques postérieurs droit et gauche. l'incidence en face antérieure est réalisée en cas de rein ectopique ou pelvien.(63)

La scintigraphie permet une mesure de l'activité relative entre les deux reins. Les valeurs normales de fixation relative sont comprises entre 45% et 55%.(64)

Une image est considérée comme anormale en cas de défaut de fixation rénale pouvant amener au diagnostic de séquelle parenchymateuse ou de foyer de pyélonéphrite en fonction des contours de cette zone et des limites avec le parenchyme sain.(63)

Les indications de la scintigraphie au DMSA sont :

- Détection de séquelles rénales au moins 6 mois après un épisode de pyélonéphrite aiguë.
- Diagnostic de pyélonéphrite aiguë.
- Détection de malformation rénale : duplicité, dysplasie.
- Détection de rein ectopique.
- Confirmation du caractère non fonctionnel d'un rein dysplasique multi-kystique.(63)

De ce fait, la scintigraphie trouve sa place dans la prise en charge d'un RVU par la recherche de séquelles parenchymateuses rénales suite à des infections urinaires.(65)

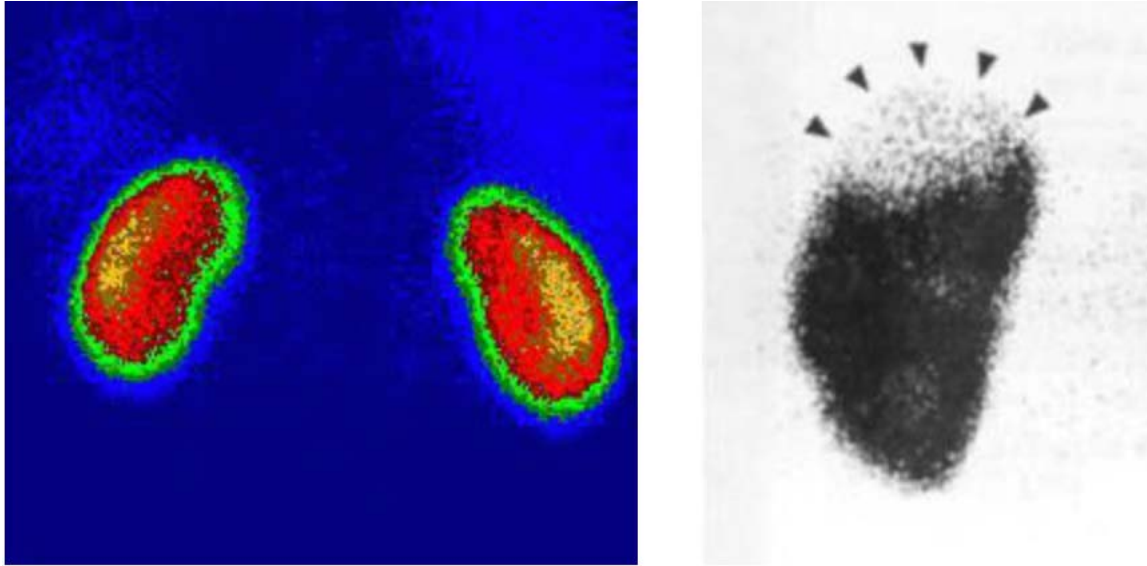


Figure 18. Exemple d'image de scintigraphie au DMSA. Déficit de fixation polaire supérieur traduisant une séquelle infectieuse.(16)

4 Article.

Évaluation de la cystosonographie avec produit de contraste ultrasonore dans la recherche de reflux vésico urétéral, expérience d'un centre français.

Séломme C., Lerisson H., Tillaux C., Rapiat D., Besson R., Priso RH., Lahoche A., Boutry N.

4.1 Résumé.

INTRODUCTION :

Le reflux vésico urétéral (RVU) est l'une des uropathies les plus fréquentes de l'enfant. Il se traduit le plus souvent, par des infections urinaires au cours de l'enfance pouvant mener à une néphropathie de reflux et à une insuffisance rénale chronique.

La cystographie rétrograde et mictionnelle (CRM) constitue le gold standard pour le diagnostic de RVU. Mais, cet examen est critiquable pour sa sensibilité imparfaite et son caractère ionisant. Le développement de technique non ionisante telle que la cystosonographie avec produit de contraste échographique (CEVUS) semble être une alternative intéressante.

L'objectif de ce travail est d'étudier les performances diagnostiques de la cystosonographie dans l'indication recherche de RVU.

METHODE :

Les enfants ayant bénéficié d'une CEVUS ont été inclus. La gradation du RVU était réalisée par le radio pédiatre au cours de l'examen à l'aide de la classification modifiée proposée par Darge et al, pour chaque unité rein-uretère.

Les résultats d'une CRM concomitante étaient recueillis, de façon à obtenir un comparatif pour évaluer les capacités diagnostiques de la CEVUS comparativement

à la CRM. Les CRM ont été relus par un radiologue sénior pour grader le RVU selon l'international system of radiographic grading of vesioureterix reflux (Lebowitz et al.).

Quand la CRM n'était pas réalisée de façon concomittante, un témoin de même âge et même sexe ayant bénéficié d'une CRM pour recherche de RVU était apparié. La fréquence du RVU était comparée dans les deux populations (cas et témoin).

La concordance était évaluée par le coefficient de concordance de kappa.

Les enfants ainsi que les titulaires de l'autorité parentale ont reçu une information orale et écrite, aucun ne s'est opposé à l'utilisation des données dans le cadre de la recherche. La déclaration a été réalisée auprès de la CNIL et du collège des enseignants de radiologie de France avec avis favorable sans réserve du comité d'éthique de la recherche médicale en imagerie médicale (Numéro IRB attribué : CRM-2102-129).

RESULTATS :

28 enfants (15 filles, 13 garçons) d'âge moyen de 34 mois ont bénéficié d'une CEVUS dont 11 examens couplés à la CRM et 17 examens en CEVUS seule. Le groupe témoin de 17 enfants était comparable pour l'âge et le sexe au groupe CEVUS.

L'ionisation moyenne des CRM réalisées était de 617 mGy.cm².

Sur les 56 unités rein-uretère, un RVU était observé dans la technique CEVEUS dans 17 cas soit 30.4% (grade 1 :0 ; grade 2 : 4 ; grade 3 : 5 ; grade 4 : 4 et grade 5 :4). 7 RVU était observé à droite (41%) et 10 à gauche (59%).

Sur les 22 unités rein-uretères des enfants ayant bénéficié des deux modalités : 5 RVU ont été observés en technique CRM contre 4 en technique CEVEUS. Un RVU de grade 1 n'était pas observé en CEVEUS mais retrouvé en CRM.

Dans le groupe témoin, un RVU était retrouvé dans 35,3%, sans différence significative avec le groupe CEVUS (Odds ratio : 1,1 IC95 : 0,35 ; 3,67). Il n'existait également pas de différence significative concernant les grades des reflux entre les deux groupes (Odds ratio : 1,79 IC95 : 0,46 ; 6,94).

Le coefficient de concordance kappa était de 94% entre les deux techniques, traduisant une très bonne concordance.

CONCLUSION :

La concordance entre la technique CEVEUS et CRM est très bonne. La CEVEUS semble montrer une meilleure sensibilité dans le diagnostic des RVU de haut grade, en l'absence de rayonnement ionisant.

4.2 Introduction

Le reflux vésico urétéral (RVU) est une uropathie malformative fréquemment rencontrée chez l'enfant. Il correspond au passage rétrograde des urines de la vessie dans les uretères et vers les reins.

Sa prévalence varie de 6 à 12% dans la population générale à 31% dans la population d'enfants ayant déjà présenté une infection urinaire.(9)

Il est principalement lié à une anomalie de développement de l'uretère intra mural au sein du muscle vésical. Il peut être associé à un dysfonctionnement de la vessie.(15)

Il existe également une part héréditaire.(13) Ainsi, la prévalence du RVU dans la fratrie d'un enfant atteint de reflux est de 30 à 50% (66).

Une part importante des RVU évolue vers une guérison spontanée (50 à 80%) surtout pour les grades les moins sévères. (30)

Les complications du reflux sont les cicatrices rénales, la néphropathie de reflux, l'hypertension artérielle et le développement d'une insuffisance rénale chronique.

Il est donc important de diagnostiquer le reflux le plus tôt possible afin de les prévenir.(27)

Le tableau clinique des patients présentant un reflux est polymorphe, dominé par des infections urinaires à répétition.(67)

L'examen diagnostique de référence à l'heure actuelle est la cystographie rétrograde et mictionnelle (CRM) grâce à sa spécificité et à l'analyse anatomique qu'elle permet du haut et du bas appareil urinaire. Cependant sa sensibilité diagnostique est faible puisqu'un reflux est retrouvé secondairement dans 20% des cystographies initialement normales.(47) Le reflux est un phénomène dynamique, de sévérité variable dans le temps chez un même individu.(41)

Un autre inconvénient majeur de la CRM est l'irradiation qu'elle engendre même si la fluoroscopie pulsée a permis de réduire les doses d'ionisation.(68)

Dans notre centre, la dose moyenne était de 419 mGy.cm² sur 22 examens (0.09mSv avec des valeurs atteignant 0.5 mSv chez les plus grands enfants soit environ 3 mois d'irradiation naturelle).

Il existe donc une réelle problématique sur la dose cumulée au cours de l'enfance. Le risque d'hémopathie et de cancer est d'autant plus important que les examens sont amenés à être répétés avec parfois contrôles post-thérapeutiques.(45,46)

Dans ce contexte, des études sur l'exploration du RVU se basant sur une technique d'imagerie non ionisante, l'échographie, ont émergées dans les années 90. L'échographie est une modalité d'imagerie en coupe et non en projection, facilement accessible, permettant une exploration en continue des structures d'intérêt.(49)

Ces études se basent sur l'utilisation de produit de contraste échographique de première génération constitué d'une solution de microbulles d'air obtenue à partir d'une solution d'albumine (Albunex®, San Diego, USA).(48) Ce produit de contraste échographique était initialement utilisé dans l'exploration des shunts cardiaques.(55) Cet examen désormais appelé cystosonographie avec produit de contraste ultrasonore (CEVUS) (52,69,70) apparait comme une alternative à la CRM permettant d'éviter l'ionisation, tout en gardant une étude morphologique satisfaisante du haut et bas appareil urinaire. Depuis aout 2017, un produit de contraste ultrasonore de seconde génération, le Sonovue® (Bracco, FRANCE) a obtenu l'AMM dans l'échographie des voies excrétrices urinaires chez l'enfant de la naissance à 18 ans afin de détecter un reflux vésico urétéral(71).

Depuis l'utilisation du Sonovue® (Bracco, FRANCE) la cystosonographie possède une sensibilité de 80 à 100% et une spécificité de 77 à 97% en utilisant la CRM comme référence.(41,59)

Cependant, malgré les données ci-dessus, il n'y a actuellement que peu d'études sur le sujet, la grande majorité de ces études n'étant pas française. Il existe donc un réel intérêt à étudier la cystosonographie sur une population française.

L'objectif principal de notre étude était donc d'étudier les performances diagnostiques de la cystosonographie dans la recherche de reflux vésico urétéral comparativement à la CRM chez l'enfant.

4.3 Matériels et méthode

Il s'agit d'une étude rétrospective menée dans le service de radiologie pédiatrique de l'hôpital de Jeanne de Flandres à Lille de Février 2019 à Juin 2021 incluant les

enfants de 0 à 15 ans adressés par l'équipe de chirurgie et/ou néphrologie pédiatrique pour recherche de reflux vésico urétéral.

Tous les patients ont bénéficié d'une cystosonographie avec PCUS (CEVUS). La gradation du RVU était réalisée par le radio pédiatre au cours de l'examen à l'aide de la classification modifiée proposée par Darge et al(51), pour chaque unité rein uretère.

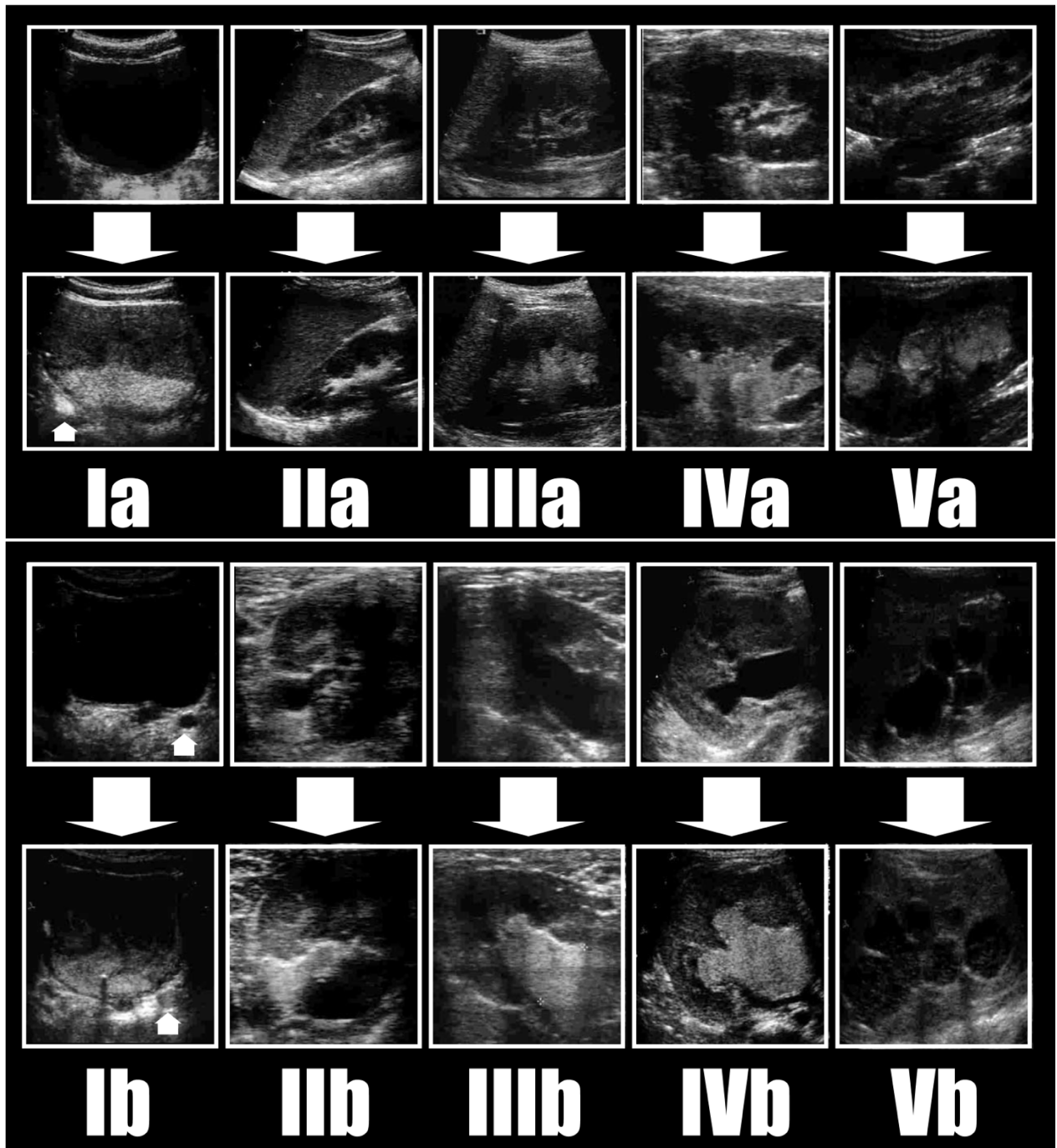


Figure 1. Classification des RVU en CEVUS selon K. Darge et J. Troeger. RVU avec un uretère primitivement non dilaté (a) et dilaté (b). La série d'image de la ligne supérieure est réalisé avant instillation du produit de contraste échographique et la série inférieure au moment du reflux. (51)

Tous les patients ont réalisé un ECBU avant la procédure afin de dépister une infection urinaire en cours contre indiquant l'examen.

Les données sont recueillies à partir d'une base de données d'examens radiographiques du CHRU de Lille (PACS Intellispace®, Philips) ainsi que du dossier informatisé du patient (Sillage®).

Les patients inclus sont divisés en deux populations distinctes.

Une première population de 11 patients ayant bénéficié d'une CRM et d'une cystosonographie de façon concomitante. Le produit de contraste échographique était mélangé aux produits de contraste iodé afin de réaliser les deux examens de façon simultanée et de pouvoir effectuer un comparatif direct. Le patient est ainsi son propre témoin.

Une deuxième population de 17 patients ayant bénéficié uniquement d'une cystosonographie et pour laquelle, des témoins de même âge et même sexe ont été appariés pour comparaison. Les CRM ont été relus par un radiologue sénior pour grader le RVU selon l'international system of radiographic grading of vesicoureterix reflux(42).

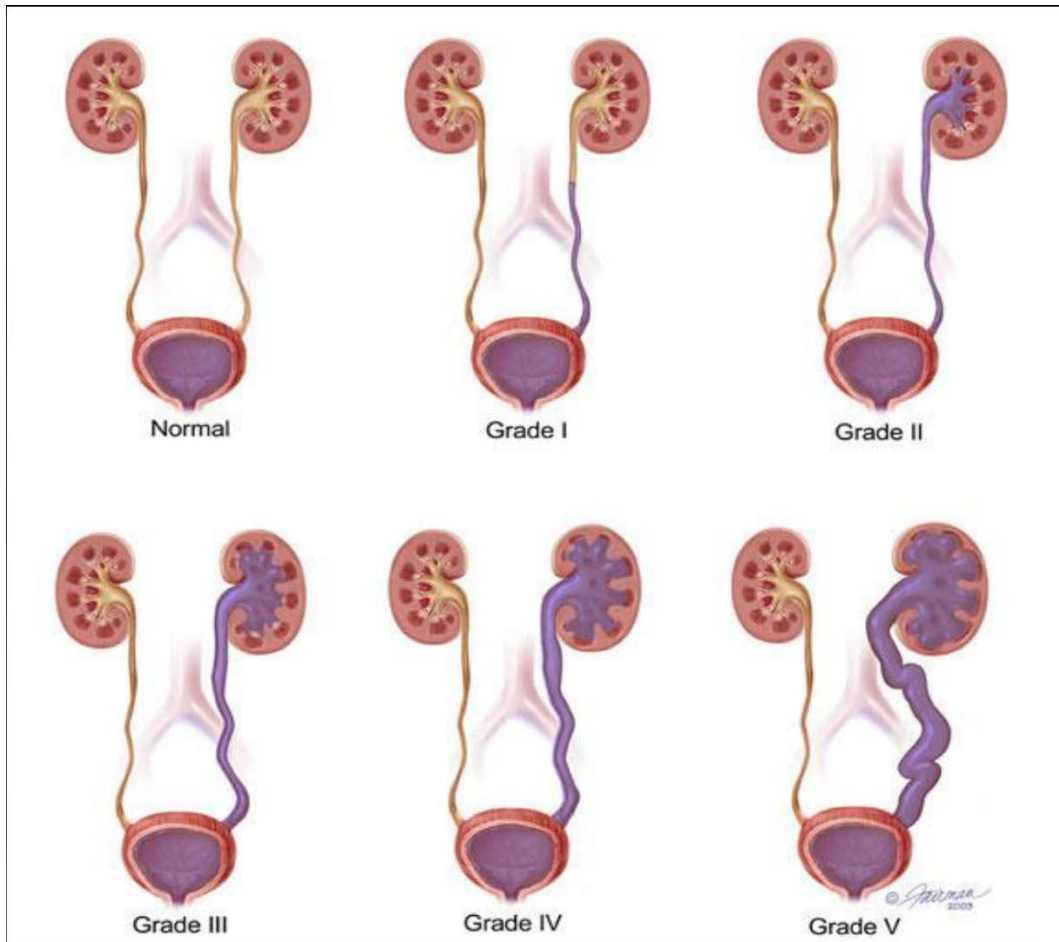


Figure 2. Grade des RVU selon la classification internationale.(42)

Les résultats sont ainsi divisés en deux groupes, avec une comparaison des performances diagnostiques de la CEVEUS dans une population de patients ayant bénéficiés des deux examens de façon concomitante afin d'obtenir un taux de concordance, et une comparaison de deux populations cas (CEVEUS) et témoins (CRM).

Une échographie est effectuée avant chaque cystosonographie afin de réaliser les mesures biométriques des reins, de visualiser la morphologie de la vessie et de repérer le point de ponction pour les garçons (en cas de cathéterisme sus pubien) en utilisant un échographe TOSHIBA applio 500 avec une sonde convexe 3-6MHz ou 10MHz selon l'âge du patient. Une anesthésie locale par crème anesthésiante est

appliquée à l'endroit du futur point de ponction pour les garçons ainsi qu'un clamp pénien pour lequel on note l'heure de la pose.

Le volume vésical théorique de chaque patient a été calculé en utilisant la formule suivante : $\text{volume (mL)} = (\text{âge en années} + 2) * 30$. (72) Le patient est placé en décubitus dorsal. Abord vésicale en respectant les règles d'asepsie usuelles. La vessie est vidée de son contenu puis remplie progressivement par « X » mL de contraste ultrasonore Sonovue (BRACCO) diluée dans 500mL de sérum physiologique à température corporelle. La dilution est d'environ 1mL dans 500 mL de SSI. La valeur « x » correspondant au volume théorique vésical pour l'âge. Le remplissage est réalisé à une hauteur d'eau entre 40 et 100cm maximum. Une visualisation échographique en mode échographie de contraste (CHI chez TOSHIBA) est débutée avec index mécanique bas (inférieur à 0,1) afin de ne pas léser les microbulles. Elle explore par voie sus pubienne puis lombaire la morphologie vésicale, la dilatation urétérale et pyélocalicielle éventuelle.

La présence de produit de contraste échographique dans les uretères ou dans les cavités pyélocalicielles était considéré comme un RVU. Dans ce cas, évaluation du grade selon la classification échographique établie par Darge et Troeger à partir de la gradation utilisée en CRM.(51)

Miction spontanée avec étude de l'urètre. Les consignes de consultations (fièvre, douleurs, dysurie) sont expliquées aux parents à la fin de chaque geste.

Les variables qualitatives ont été décrites en termes de fréquence et de pourcentage. Les variables quantitatives ont été décrites en termes de médiane et d'intervalle interquartiles. La normalité des variables quantitatives a été vérifiée graphiquement et testée à l'aide du test de Shapiro-Wilk.

La concordance entre le diagnostic de la cystosonographie et de la cystographie a été évaluée en calculant la sensibilité, la spécificité, la VPP et la VPN.

La comparaison des cas (cystosonographie) aux témoins (cystographie) a été effectuée à l'aide d'un modèle de régression logistique mixte (distribution binomiale, fonction de lien logit) pour la présence d'un reflux et à l'aide d'un modèle de régression logistique ordinale mixte (distribution multinomiale, fonction de lien logit cumulatif) pour le grade du reflux avec un effet aléatoire bloc (numéro identifiant les paires appariées) pour tenir compte de l'appariement et un effet aléatoire patient pour tenir compte des mesures répétées. La taille d'effet a été estimée par l'odds ratio et son intervalle de confiance à 95% (dérivé des modèles de régression précédemment décrits).

Les statistiques ont été réalisées par l'Unité de Méthodologie - Biostatistique du CHU de Lille. Des tests bilatéraux ont été réalisés avec un niveau de significativité de 5%. Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel SAS (SAS Institute version 9.4).

Les enfants ainsi que les titulaires de l'autorité parentale ont reçu une information orale et écrite, aucun ne s'est opposé à l'utilisation des données dans le cadre de la recherche. La déclaration a été réalisée auprès de la CNIL et du collège des enseignants de radiologie de France avec avis favorable sans réserve du comité d'éthique de la recherche médicale en imagerie médicale (Numéro IRB attribué : CRM-2102-129).

4.4 Résultats

Au total 28 patients ont bénéficié d'une CEVUS, soit 56 unités rein-uretère, 17 RVU ont été décelé soit une fréquence de 30,4%, la répartition suivante était observée : 0 de grade 1(0%), 4 de grade 2 (24%), 5 de grade 3 (28%), 4 de grade 4 (24%) et 4 de grade 5 (24%).

Ce résultat est comparable à la prévalence de RVU dans une population d'enfants présentant des infections urinaires selon une étude de Sargent MA.(9)

On retrouve 10 (59%) RVU du côté gauche et 7 (41%) du côté droit. (Tableau 1)

Tableau 1. Descriptif de la population totale de CEVUS

Variable			Descriptif
Nom	Unité	Modalités	
Patients	N		28
Unité rein-uretère	N		56
Sexe	N(%)	Garçon	13 (46)
		Fille	15 (54)
Age (mois)		Moyenne	34
		Médiane	27
		Minimum Maximum	0 121
Reflux cystosonographie	N(%)	0	39 (69.6)
		1	17 (30.4)
Grade reflux cystosonographie	N(%)	1	0 (0)
		2	4 (24.0)
		3	5 (28.0)
		4	4 (24.0)
		5	4 (24.0)
Localisation reflux	N(%)	Droit	7 (41.0)
		Gauche	10 (59.0)

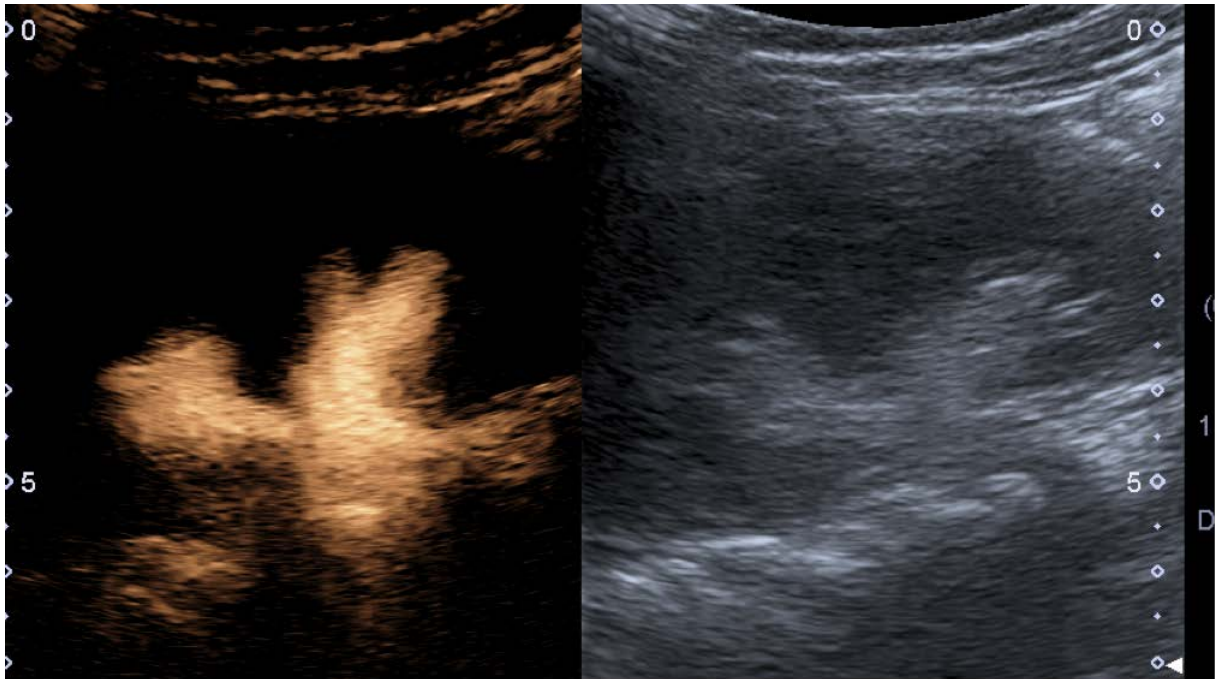


Figure 3. Exemple de RVU de grade IV en CEVEUS.
Images issues du service d'imagerie pédiatrique de Jeanne de Flandres

Sur les 11 patients ayant bénéficiés de la cystographie et de la cystosonographie de façon simultanée, soit 22 unités rein-uretère, 4 (18,2%) reflux ont été observés en cystosonographie (CEVUS) contre 5 (22,7%) en cystographie (CRM).

En cystographie 1 (20%) reflux était de grade 1, 1 (20%) de grade 2, 2 (40%) de grade 3 et 1 (20%) de grade 4.

En cystosonographie 1 (25%) reflux était de grade 2, 2 (50%) de grade 3 et 1 (25%) de grade 4. Un reflux de grade 1 a été détectée en cystographie mais pas en cystosonographie.

Parmi ces patients 5 (45,5%) était des garçons et 6 (54,5%) des filles et la médiane d'âge était de 25 mois. (Tableau 2)

Tableau 2. Descriptif de la population 1.

Variable			Descriptif
Nom	Unité	Modalités	N=22
Localisation	N(%)	Droit	11 (50.0)
		Gauche	11 (50.0)
Reflux cystosonographie	N(%)	0	18 (81.8)
		1	4 (18.2)
Reflux cystographie	N(%)	0	17 (77.3)
		1	5 (22.7)
Sexe	N(%)	Garçon	5 (45.5)
		Fille	6 (54.5)
Grade reflux cystographie	N(%)	1	1 (20.0)
		2	1 (20.0)
		3	2 (40.0)
		4	1 (20.0)
Grade reflux cystosonographie	N(%)	2	1 (25.0)
		3	2 (50.0)
		4	1 (25.0)
Âge (mois)		N	11
		Moyenne ± Ecart-type	37.4 ± 36.1
		Médiane (Q1;Q3)	25.0 (5.0 ; 67.0)
		Minimum Maximum	0.0 103.0

Le coefficient de concordance était de 94,44% entre les deux techniques. En utilisant la cystographie comme référence la cystosonographie présente une sensibilité de 80%, une spécificité de 100%, une valeur prédictive positive de 100% et une valeur prédictive négative de 94%. (Tableau 3 et 4)

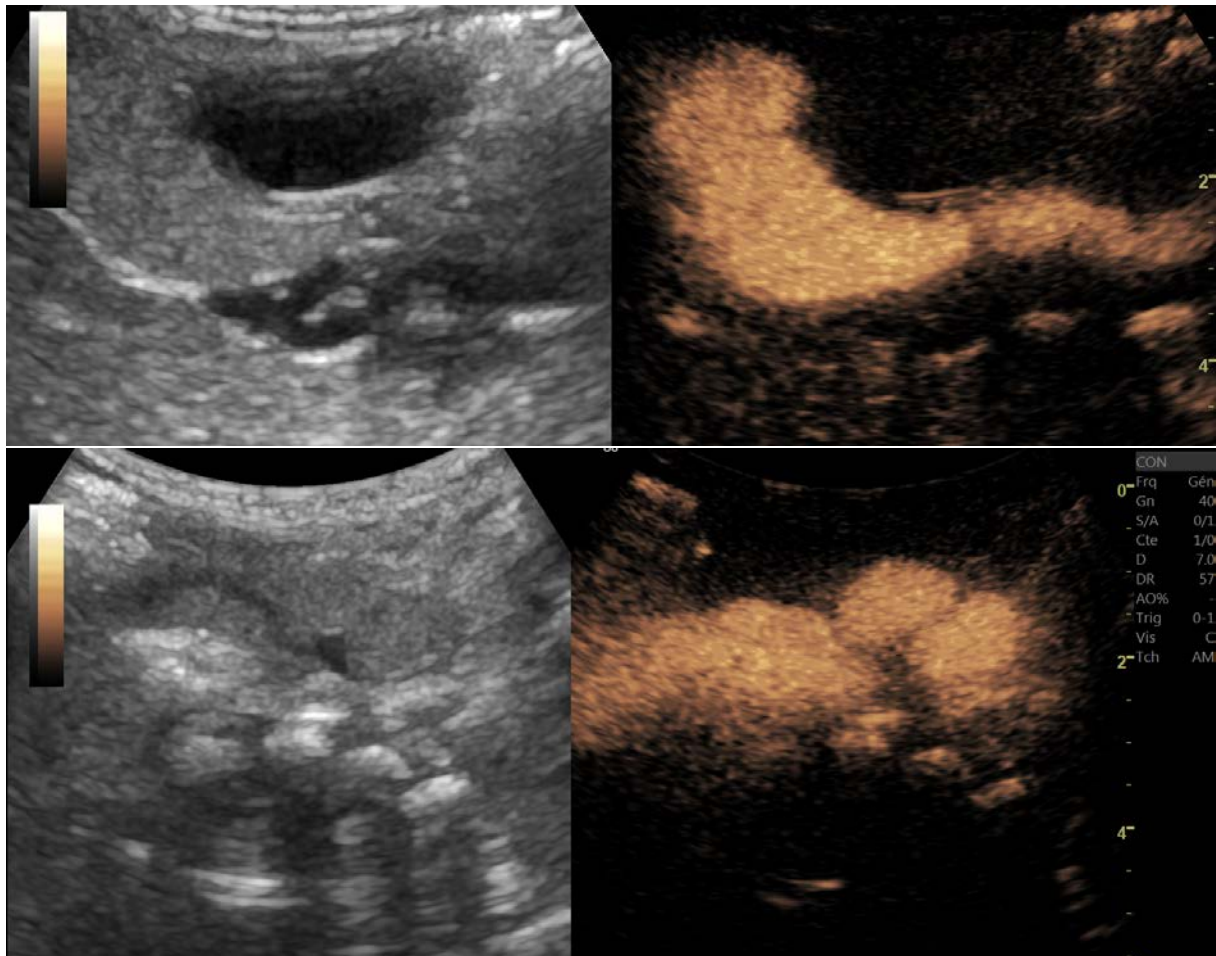


Figure 4. Image supérieure : Pôle supérieur dilaté avec disparition des empreintes papillaires.

Image inférieure : Uretère tortueux et dilaté.

Images issues du service d'imagerie pédiatrique de Jeanne de Flandres

Tableaux 3 et 4. Concordance entre la cystographie et la cystosonographie.

		CRM			
		RVU	Absence de RVU	Total	
CEVUS	RVU	17	0	17	VPP = 100%
	Absence de RVU	1	4	5	VPN = 94%
	Total	18	4	22	
		Se = 80%	Sp = 100%		

		GRADE REFLUX CRM					
		0	1	2	3	4	Total
GRADE REFLUX CEVUS	0	17	1	0	0	0	18
	2	0	0	1	0	0	1
	3	0	0	0	2	0	2
	4	0	0	0	0	1	1
	Total	17	1	1	2	1	22

Concernant la deuxième population de l'étude, 17 patients ont bénéficié d'une CEVUS sans CRM (groupe « cas »). Autant de témoins ayant bénéficié d'une CRM de même âge et sexe ont été apparié pour comparaison (groupe témoin).

16 (47,1%) patients étaient des garçons et 18 (52,9%) des filles, les médianes d'âge (Q1 ; Q3) étaient de 32 mois (5,0 ; 47,0) dans le groupe CRM et 28 mois (5,0 ; 46,0) dans le groupe CEVEUS.

Pour les 17 témoins la dose moyenne (écart-type) reçue pendant l'examen était de 617,3 (469,5) mGy.cm². (Tableau 5)

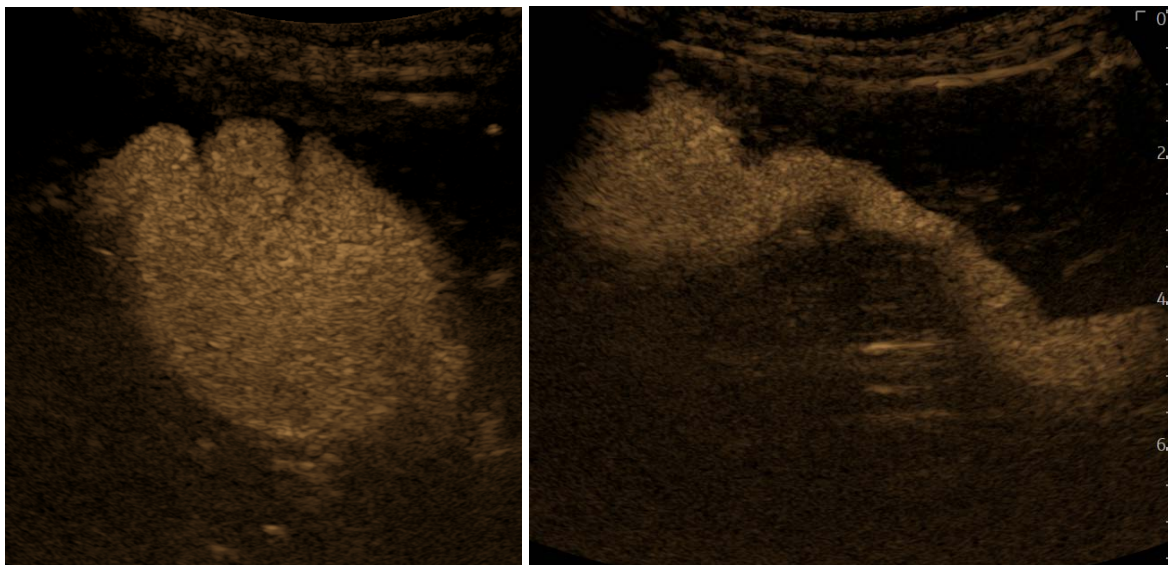


Figure 5. RVU de grade 5 du rein gauche en cystosonographie.
Images issues du service d'imagerie pédiatrique de Jeanne de Flandres

Sur les 34 unités rein-uretère, un RVU était observé dans la technique CEVEUS dans 13 cas soit 38.2%, 0 de grade 1 (0%) ; 3 de grade 2 (8,8%) ; 3 de grade 3 (8,8%) ; 3 de grade 4 (8,8%) ; 4 de grade 5 (11,8%).

Sur les 34 unités rein-uretère, un RVU était observé dans la technique CRM dans 12 cas soit 35.3%, 1 de grade 1 (2,9%) ; 4 de grade 2 (11,8%) ; 6 de grade 3 (17,6%) ; 1 de grade 4 (2,9%) ; 0 de grade 5 (0%). (Tableau 5)

Tableau 5. Descriptif de la population 2 en fonction du groupe

Nom	Unité	Modalités	CRM N=34	CEVUS N=34
Localisation	N(%)	Droit	17 (50.0)	17 (50.0)
		Gauche	17 (50.0)	17 (50.0)
Sexe	N(%)	Garçon	8 (47.1)	8 (47.1)
		Fille	9 (52.9)	9 (52.9)
Reflux	N(%)	0	22 (64.7)	21 (61.8)
		1	12 (35.3)	13 (38.2)
Grade	N(%)	0	22 (64.7)	21 (61.8)
		1	1 (2.9)	0 (0.0)
		2	4 (11.8)	3 (8.8)
		3	6 (17.6)	3 (8.8)
		4	1 (2.9)	3 (8.8)
		5	0 (0.0)	4 (11.8)
Age (mois)		N	17	17
		Moyenne ± Ecart-type	32.1 ± 31.3	32.8 ± 33.8
		Médiane (Q1;Q3)	32.0 (5.0 ; 47.0)	28.0 (5.0 ; 46.0)
		Minimum Maximum	2.0 110.0	0.0 121.0
Dose (mGy.cm²)		N	17	0
		Moyenne ± Ecart-type	617.3 ± 469.5	. ± .
		Médiane (Q1;Q3)	395.0 (285.0 ; 915.0)	. (. ; .)
		Minimum Maximum	170.0 1510	. .

Il n'existe pas de différence significative concernant le diagnostic de RVU entre le groupe CRM et le groupe CEVEUS ($p = 0,8196$) avec un odds ratio de 1,14 (IC : 0,35 ; 3,67). (Tableau 6)

Tableau 6. Comparaison du taux de reflux entre les cas et les témoins.

	CRM	CEVUS	P value	Odds ratio (IC95%)
RVU	12 (35,3%)	13(38,2%)	0,82	1,14 (0,35 ; 3,67)

Il n'existe également pas de différence significative concernant les grades des reflux dans ces deux groupes ($p = 0,3848$) avec un odds ratio de 1,79 (IC : 0,46 ;6,94). (Tableau 7).

Tableau 7. Comparaison des grades de reflux entre les cas et les témoins.

	GRADE RVU	CRM	CEVUS	P value	Odds ratio (IC95%)
RVU	0	22	21	0,38	1,79 (0,46 ; 6,94)
	1	1	0		
	2	4	3		
	3	6	3		
	4	1	3		
	5	0	4		
	Total	34	34		

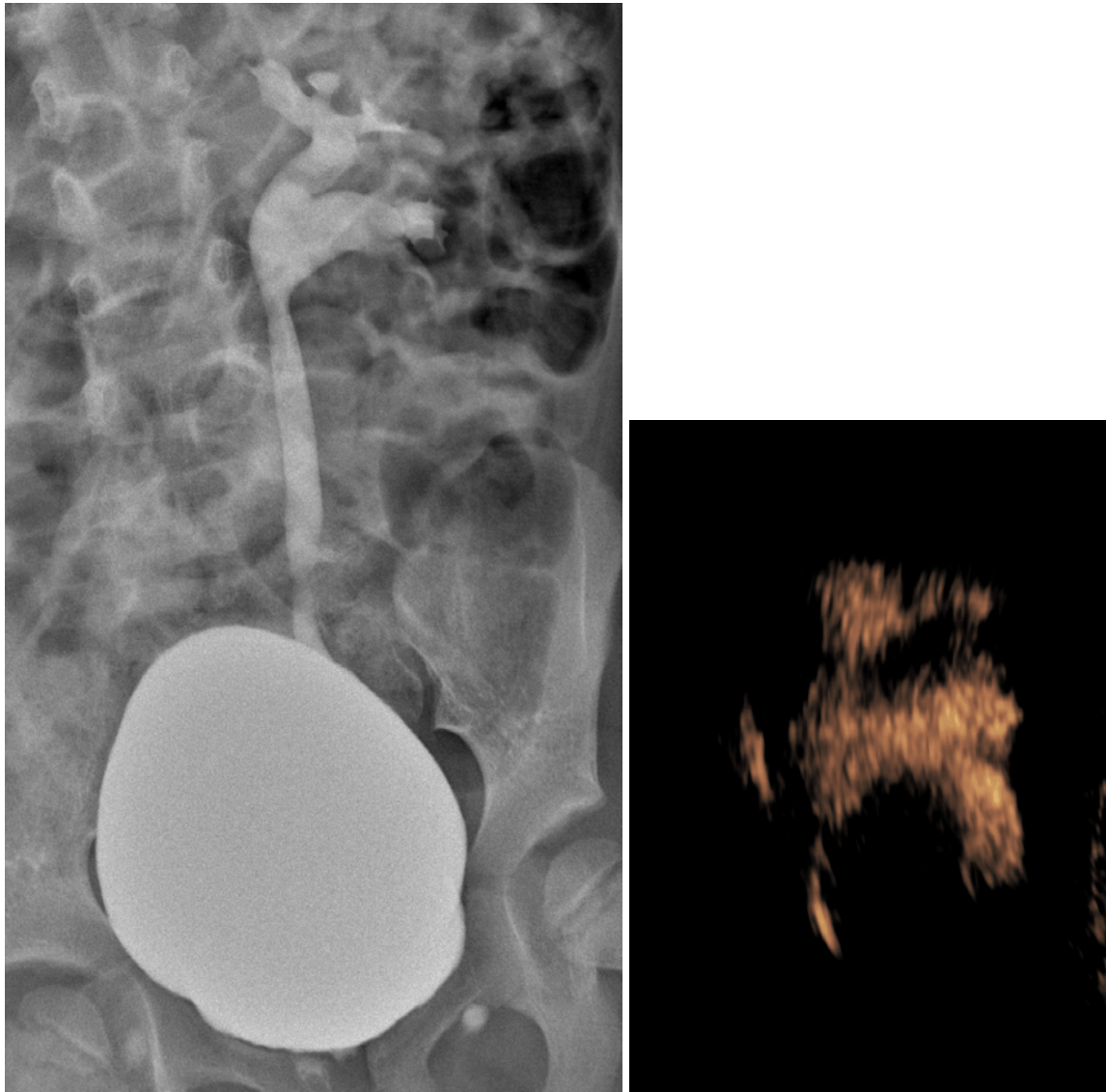


Figure 6. Corrélation d'un RVU gauche en cystographie et en cystosonographie.
Images issues du service d'imagerie pédiatrique de Jeanne de Flandres

4.5 Discussion

Notre étude montre un excellent taux de concordance entre la CEVUS et la CRM (94%). Les performances diagnostiques de la CEVUS sont très bonnes avec une sensibilité de 80% et une spécificité de 100%.

Notre étude est limitée par le faible nombre de patients.

De plus, on ne dispose que de 22 unités rein-uretère pour lesquels on peut effectuer une comparaison rigoureuse peut être effectuée, ces patients ayant bénéficié des

deux examens de façon simultanée et le patient étant son propre témoin. Dans ces 22 unités, seules 5 présentent un RVU, nos résultats peuvent donc manquer de puissance.

Nous avons choisi pour les patients suivants d'utiliser la technique CEVEUS seule, avec une dilution des microbulles dans du sérum physiologique et non plus dans le contraste iodé. En effet, en l'absence d'étude existant sur la question et malgré l'utilisation de ce mélange dans d'autres centres, nous avons supposé que la densité du contraste iodé était supérieur à celle du sérum physiologique. Cette différence de densité et de viscosité pourrait modifier les performance diagnostiques du CEVEUS.

Ainsi, nous avons choisi de comparer ces patients ayant bénéficié de CEVEUS seul avec des témoins de même sexe et même âge pour permettre une comparaison, même si moins robuste sur le plan statistique.

La deuxième partie de notre étude, se basant sur la comparaison d'une population cas (CEVUS) et d'une population témoin (CRM) appariée sur l'âge et le sexe, nous a permis de démontrer une absence de différence significative sur le diagnostic de RVU ainsi que sur leur grade.

Nos résultats sont comparables aux précédentes études sur le sujet.

La CEVEUS dans la recherche de RVU est étudiée comme une alternative à la CRM(52) depuis 1998 en utilisant la première génération de produit de contraste échographique. Selon une étude de Darge(73) utilisant un produit de contraste échographique de première génération (Levovist), la sensibilité de la CEVEUS est de 57 à 100%, la spécificité de 85% à 100%, la VPP de 58 à 100% et la VPN de 87 à 100%. L'utilisation des produits de contraste échographiques de seconde génération plus stable et présentant une durée de vie plus longue, associé à l'utilisation de

logiciel échographique optimisant l'utilisation des produits de contraste échographiques, permet d'améliorer les performances diagnostiques de la CEVEUS. Bosio(52) rapporte une sensibilité de 100% et une spécificité de 86% en utilisant la CRM comme référence. Darge (74) décrit une sensibilité de 100% et une spécificité de 97%. Dans l'étude de Mentzel (75) on retrouve une sensibilité de 91,7% et une spécificité de 93,1%

La CRM est considérée comme le gold standard dans le diagnostic de RVU malgré les doses d'ionisation qu'elle induit. La fluoroscopie pulsée est désormais largement utilisée et a permis de diminuer significativement les doses reçus par les patients.(68) Cependant certains patients vont nécessiter plusieurs CRM pour évaluer l'évolution du RVU ce qui conduit à une dose significative d'ionisation même lorsque toutes les précautions pour diminuer les doses sont prises. Dans un contexte où l'on se préoccupe de plus en plus du risque de dose cumulé sur le long terme, la CEVEUS apparait comme une excellente alternative pour le diagnostic et la gradation des RVU et de ce fait plusieurs études n'ont cessé de montrer ses avantages.

Il existe des limitations à l'utilisation de la CEVEUS. Le coût du produit de contraste échographique est conséquent comparativement au produit de contraste iodé utilisé en CRM. L'imagerie urétrale, bien que possible via la CEVEUS, n'est pas encore bien établi et le produit de contraste échographique ne dispose pas d'une AMM dans cette indication. Ceci reste le domaine de la CRM.(76) Selon certaines études la CEVEUS est une procédure plus longue que la CRM.(74,77) La CEVEUS est

opérateur-dépendant.(78,79) Et enfin elle ne propose pas de vue panoramique de l'arbre urinaire.(80)

Cependant la CEVEUS apparait plus sensible et permet de détecter des reflux de grade supérieur à la CRM.(77) Elle permet surtout d'apporter une alternative non ionisante à l'imagerie du RVU chez une population de patient vulnérable aux effets à long termes des rayons X.

Dans ce contexte, on peut envisager que la CRM soit réservée à une étude plus anatomique dans un contexte du bilan préopératoire. Ceci permettrait d'éviter l'exposition aux rayons X qu'induisent les CRM négatives et celles retrouvant des RVU de bas grades ne nécessitant pas de prise en charge chirurgicale.

4.6 Conclusion

Notre étude montre que la cystosonographie avec produit de contraste ultrasonore est une technique d'imagerie fiable dans l'exploration des reflux vésico urétéraux chez l'enfant comparativement au gold standard, la cystographie rétrograde et mictionnelle. L'absence d'ionisation permet d'envisager la répétition de l'examen, sans risque sur les gonades. De ce fait la cystosonographie pourrait être utilisée dans l'algorithme de prise en charge des infection urinaires chez l'enfant comme une alternative à la cystographie.

5 Bibliographie.

1. Cours 1 : Anatomie du système urinaire - Cloudschool [Internet]. [cité 24 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.cloudschool.org/activities/ahFzfmNsb3Vkc2Nob29sLWFwchI5CxlEVXNIchiAgIDA1P-cCgwLEgZDb3Vyc2UYgICAgIDyiAoMCxIIQWN0aXZpdHkYgICAgMCInQoMogEQNTcyODg4NTg4Mjc0ODkyOA>
2. Masson E. Anatomie des reins et de la voie excrétrice supérieure [Internet]. EM-Consulte. [cité 24 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/179610/anatomie-des-reins-et-de-la-voie-excretrice>
3. Masson E. Physiologie du rein et bases physiopathologiques des maladies rénales [Internet]. EM-Consulte. [cité 24 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/800565/physiologie-du-rein-et-bases-physiopathologiques-d>
4. Lacour B. Physiologie du rein et bases physiopathologiques des maladies rénales. Rev Francoph Lab. 1 avr 2013;2013(451):25-37.
5. Yumpu.com. Le néphron et la circulation rénale - Université Virtuelle Paris 5 [Internet]. yumpu.com. [cité 26 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.yumpu.com/fr/document/read/17325366/le-nephron-et-la-circulation-renale-universite-virtuelle-paris-5>
6. Sèbe PP. Anatomie du bas appareil urinaire appliquée à l'urodynamique. :58.
7. Tullus K. Vesicoureteric reflux in children. Lancet Lond Engl. 24 janv 2015;385(9965):371-9.
8. Williams G, Fletcher JT, Alexander SI, Craig JC. Vesicoureteral Reflux. J Am Soc Nephrol. mai 2008;19(5):847-62.
9. Sargent MA. What is the normal prevalence of vesicoureteral reflux? Pediatr Radiol. sept 2000;30(9):587-93.
10. 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. oct 2003;170(4 Pt 2):1548-50.
11. Thierry PM. Reflux vésico-urétéro-rénal. :56.
12. Thierry - Reflux vésico-urétéro-rénal.pdf [Internet]. [cité 29 juill 2021]. Disponible sur: http://www.college-chirped.fr/College_National_Hospitalier_et_Universitaire_de_Chirurgie_Pediatrique/Cours_Themes__Uro-Viscerale_files/Reflux%20Ve%CC%81sico-Ure%CC%81te%CC%81ral%20-%20Merrot%20-%2012-09-2016.pdf
13. Noe HN, Wyatt RJ, Peeden JN, Rivas ML. The transmission of vesicoureteral reflux from parent to child. J Urol. déc 1992;148(6):1869-71.
14. Mackie GG, Stephens FD. Duplex kidneys: a correlation of renal dysplasia with position of the ureteral orifice. J Urol. août 1975;114(2):274-80.
15. Devred P. Physiopathologie du reflux vésico-urétéral. :4.
16. Département Urologie de la Clinique de l'Yvette » Reflux vésico-urétéral [Internet]. [cité 16 janv 2021]. Disponible sur: <https://www.urologie-clinique-yvette.com/pathologies/malformations-en-urologie/reflux-vesico-ureteral/>
17. Zerlin JM, Ritchey ML, Chang AC. Incidental vesicoureteral reflux in neonates with antenatally detected hydronephrosis and other renal abnormalities. Radiology. avr 1993;187(1):157-60.
18. Phan V, Traubici J, Hershenfield B, Stephens D, Rosenblum ND, Geary DF. Vesicoureteral reflux in infants with isolated antenatal hydronephrosis. Pediatr

Nephrol Berl Ger. déc 2003;18(12):1224-8.

19. Lee RS, Cendron M, Kinnamon DD, Nguyen HT. Antenatal hydronephrosis as a predictor of postnatal outcome: a meta-analysis. *Pediatrics*. août 2006;118(2):586-93.

20. Reflux vésico-urétéral : diagnostic et prise en charge chez l'enfant [Internet]. 2018 [cité 15 janv 2021]. Disponible sur: <https://www.urofrance.org/base-bibliographique/reflux-vesico-ureteral-diagnostic-et-prise-en-charge-chez-lenfant>

21. Hoberman A, Chao H-P, Keller DM, Hickey R, Davis HW, Ellis D. Prevalence of urinary tract infection in febrile infants. *J Pediatr*. 1 juill 1993;123(1):17-23.

22. Roberts KB, Charney E, Sweren RJ, Ahonkhai VI, Bergman DA, Coulter MP, et al. Urinary tract infection in infants with unexplained fever: A collaborative study. *J Pediatr*. 1 déc 1983;103(6):864-7.

23. Beetz R. Evaluation and management of urinary tract infections in the neonate. *Curr Opin Pediatr*. avr 2012;24(2):205-11.

24. Biyikli NK, Alpay H, Ozek E, Akman I, Bilgen H. Neonatal urinary tract infections: analysis of the patients and recurrences. *Pediatr Int Off J Jpn Pediatr Soc*. févr 2004;46(1):21-5.

25. Craig J, Irwig L, Knight J, Sureshkumar P, Roy L. Symptomatic urinary tract infection in preschool Australian children. *J Paediatr Child Health*. 1998;34(2):154-9.

26. Stein R, Dogan HS, Hoebeke P, Kočvara R, Nijman RJM, Radmayr C, et al. Urinary tract infections in children: EAU/ESPU guidelines. *Eur Urol*. mars 2015;67(3):546-58.

27. Dillon MJ, Goonasekera CD. Reflux nephropathy. *J Am Soc Nephrol JASN*. déc 1998;9(12):2377-83.

28. Craig JC, Irwig LM, Knight JF, Roy LP. Does treatment of vesicoureteric reflux in childhood prevent end-stage renal disease attributable to reflux nephropathy? *Pediatrics*. juin 2000;105(6):1236-41.

29. McIlroy PJ, Abbott GD, Anderson NG, Turner JG, Mogridge N, Wells JE. Outcome of primary vesicoureteric reflux detected following fetal renal pelvic dilatation. *J Paediatr Child Health*. déc 2000;36(6):569-73.

30. Wennerström M, Hansson S, Jodal U, Stokland E. Disappearance of Vesicoureteral Reflux in Children. *Arch Pediatr Adolesc Med* [Internet]. 1 sept 1998 [cité 5 août 2021];152(9). Disponible sur: <http://archpedi.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/archpedi.152.9.879>

31. Masson E. Traitement endoscopique du reflux vésico-urétéral chez l'enfant [Internet]. EM-Consulte. [cité 7 août 2021]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/765917/traitement-endoscopique-du-reflux-vesico-ureteral>

32. Reflux vésico-uritéral | HUG - Hôpitaux Universitaires de Genève [Internet]. [cité 7 août 2021]. Disponible sur: <https://www.hug.ch/chirurgie-pediatrique/reflux-vesico-uriteral>

33. RVU_C_.pdf [Internet]. [cité 30 sept 2021]. Disponible sur: https://www.chirpediatric.fr/upload/documents/fiches_public/RVU_C_

34. 595.full.pdf [Internet]. [cité 8 août 2021]. Disponible sur: <https://pediatrics.aappublications.org/content/pediatrics/128/3/595.full.pdf>

35. Tekgül S, Riedmiller H, Hoebeke P, Kočvara R, Nijman RJM, Radmayr C, et al. EAU guidelines on vesicoureteral reflux in children. *Eur Urol*. sept 2012;62(3):534-42.

36. Hansson S, Dhamey M, Sigström O, Sixt R, Stokland E, Wennerström M, et al. Dimercapto-succinic acid scintigraphy instead of voiding cystourethrography for infants with urinary tract infection. *J Urol*. sept 2004;172(3):1071-3; discussion 1073-

1074.

37. Mantadakis E, Vouloumanou EK, Georgantzi GG, Tsalkidis A, Chatzimichael A, Falagas ME. Acute Tc-99m DMSA scan for identifying dilating vesicoureteral reflux in children: a meta-analysis. *Pediatrics*. juill 2011;128(1):e169-179.
38. Subcommittee on Urinary Tract Infection, Steering Committee on Quality Improvement and Management, Roberts KB. Urinary tract infection: clinical practice guideline for the diagnosis and management of the initial UTI in febrile infants and children 2 to 24 months. *Pediatrics*. sept 2011;128(3):595-610.
39. Juliano TM, Stephany HA, Clayton DB, Thomas JC, Pope JC, Adams MC, et al. Incidence of abnormal imaging and recurrent pyelonephritis after first febrile urinary tract infection in children 2 to 24 months old. *J Urol*. oct 2013;190(4 Suppl):1505-10.
40. Massanyi EZ, Preece J, Gupta A, Lin SM, Wang M-H. Utility of Screening Ultrasound After First Febrile UTI Among Patients With Clinically Significant Vesicoureteral Reflux. *Urology*. 1 oct 2013;82(4):905-9.
41. Tse KS, Wong LS, Lau HY, Fok WS, Chan YH, Tang KW, et al. Paediatric vesicoureteric reflux imaging: where are we? Novel ultrasound-based voiding urosonography. *Hong Kong Med J Xianggang Yi Xue Za Zhi*. oct 2014;20(5):437-43.
42. Lebowitz RL, Olbing H, Parkkulainen KV, Smellie JM, Tamminen-Möbius TE. International system of radiographic grading of vesicoureteric reflux. *International Reflux Study in Children*. *Pediatr Radiol*. 1985;15(2):105-9.
43. Johnin K, Kobayashi K, Tsuru T, Yoshida T, Kageyama S, Kawauchi A. Pediatric voiding cystourethrography: An essential examination for urologists but a terrible experience for children. *Int J Urol Off J Jpn Urol Assoc*. févr 2019;26(2):160-71.
44. Phillips D, Watson AR, Collier J. Distress and radiological investigations of the urinary tract in children. *Eur J Pediatr*. août 1996;155(8):684-7.
45. Perisinakis K, Raissaki M, Damilakis J, Stratakis J, Neratzoulakis J, Gourtsoyiannis N. Fluoroscopy-controlled voiding cystourethrography in infants and children: are the radiation risks trivial? *Eur Radiol*. avr 2006;16(4):846-51.
46. Sulieman A, Theodorou K, Vlychou M, Topaltzikis T, Kanavou D, Fezoulidis I, et al. Radiation dose measurement and risk estimation for paediatric patients undergoing micturating cystourethrography. *Br J Radiol*. sept 2007;80(957):731-7.
47. Unver T, Alpay H, Biyikli NK, Ones T. Comparison of direct radionuclide cystography and voiding cystourethrography in detecting vesicoureteral reflux. *Pediatr Int Off J Jpn Pediatr Soc*. juin 2006;48(3):287-91.
48. Atala A, Wible JH, Share JC, Carr MC, Retik AB, Mandell J. Sonography with sonicated albumin in the detection of vesicoureteral reflux. *J Urol*. août 1993;150(2 Pt 2):756-8.
49. Valentini AL, De Gaetano AM, Destito C, Marino V, Minordi LM, Marano P. The accuracy of voiding urosonography in detecting vesico-ureteral reflux: a summary of existing data. *Eur J Pediatr*. juill 2002;161(7):380-4.
50. Duran C, Valera A, Alguersuari A, Ballesteros E, Riera L, Martin C, et al. Voiding urosonography: the study of the urethra is no longer a limitation of the technique. *Pediatr Radiol*. févr 2009;39(2):124-31.
51. Darge K, Troeger J. Vesicoureteral reflux grading in contrast-enhanced voiding urosonography. *Eur J Radiol*. août 2002;43(2):122-8.
52. Bosio M. Cystosonography with echocontrast: a new imaging modality to detect vesicoureteric reflux in children. *Pediatr Radiol*. avr 1998;28(4):250-5.
53. Tranquart F, Grenier N, Eder V, Pourcelot L. Clinical use of ultrasound tissue

- harmonic imaging. *Ultrasound Med Biol.* juill 1999;25(6):889-94.
54. Beppu S. [Levovist]. *Nihon Rinsho Jpn J Clin Med.* avr 1998;56(4):876-80.
 55. Keller MW, Glasheen W, Kaul S. Albunex: a safe and effective commercially produced agent for myocardial contrast echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr.* févr 1989;2(1):48-52.
 56. Schneider M. SonoVue, a new ultrasound contrast agent. *Eur Radiol.* 1999;9 Suppl 3:S347-348.
 57. Darge K. Voiding urosonography with ultrasound contrast agents for the diagnosis of vesicoureteric reflux in children. *Pediatr Radiol.* janv 2008;38(1):40-53.
 58. Shapiro RS, Wagreich J, Parsons RB, Stancato-Pasik A, Yeh HC, Lao R. Tissue harmonic imaging sonography: evaluation of image quality compared with conventional sonography. *AJR Am J Roentgenol.* nov 1998;171(5):1203-6.
 59. F P, A A, E S, S E, C T, K D. Harmonic voiding urosonography with a second-generation contrast agent for the diagnosis of vesicoureteral reflux. *Pediatr Radiol [Internet].* mars 2009 [cité 9 août 2021];39(3). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19096835/>
 60. Darge K. Voiding urosonography with US contrast agents for the diagnosis of vesicoureteric reflux in children. II. Comparison with radiological examinations. *Pediatr Radiol.* janv 2008;38(1):54-63; quiz 126-7.
 61. Prasad MM, Cheng EY. Radiographic Evaluation of Children with Febrile Urinary Tract Infection: Bottom-Up, Top-Down, or None of the Above? *Adv Urol.* 2012;2012:716739.
 62. Müller-Suur R, Gutsche HU. Tubular reabsorption of technetium-99m-DMSA. *J Nucl Med Off Publ Soc Nucl Med.* sept 1995;36(9):1654-8.
 63. la SFMN - La scintigraphie rénale au DMSA [Internet]. [cité 17 août 2021]. Disponible sur: <https://www.sfmn.org/index.php/la-societe/guides-et-recommandations/69-societe/guides-et-recommandations/guides-des-procedures/examens-diagnostiques/197-la-scintigraphie-renale-au-dmsa?showall=1>
 64. Gordon I, Evans K, Peters AM, Kelly J, Morales BN, Goldraich N, et al. The quantitation of 99Tcm-DMSA in paediatrics. *Nucl Med Commun.* août 1987;8(8):661-70.
 65. Farnsworth RH, Rossleigh MA, Leighton DM, Bass SJ, Rosenberg AR. The detection of reflux nephropathy in infants by 99mtechnetium dimercaptosuccinic acid studies. *J Urol.* mars 1991;145(3):542-6.
 66. Venhola M, Uhari M. Vesicoureteral reflux, a benign condition. *Pediatr Nephrol Berl Ger.* févr 2009;24(2):223-6.
 67. Oukhouya MA, Andaloussi S, Tazi M, Mahmoudi A, Khattala K, Bouabdallah Y. [Long-term evolution of vesicoureteral reflux in children]. *Pan Afr Med J.* 2019;33:304.
 68. Cleveland RH, Constantinou C, Blickman JG, Jaramillo D, Webster E. Voiding cystourethrography in children: value of digital fluoroscopy in reducing radiation dose. *Am J Roentgenol.* 1 janv 1992;158(1):137-42.
 69. Radmayr C, Klauser A, Pallwein L, Zurnedden D, Bartsch G, Frauscher F. Contrast enhanced reflux sonography in children: a comparison to standard radiological imaging. *J Urol.* mars 2002;167(3):1428-30.
 70. Escape I, Martínez J, Bastart F, Solduga C, Sala P. Usefulness of echocystography in the study of vesicoureteral reflux. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med.* févr 2001;20(2):145-9.
 71. CT-16665_SONOVUE_PIC_Avis2_EI_CT16665.pdf [Internet]. [cité 31 janv 2021]. Disponible sur: <https://www.has-sante.fr/upload/docs/evamed/CT->

16665_SONOVUE_PIC_Avis2_EI_CT16665.pdf

72. Darge K. Voiding urosonography with US contrast agent for the diagnosis of vesicoureteric reflux in children: an update. *Pediatr Radiol.* juin 2010;40(6):956-62.
73. Darge K, Dütting T, Zieger B, Möhring K, Rohrschneider W, Tröger J. [Diagnosis of vesicoureteral reflux with echo-enhanced micturition urosonography]. *Radiol.* mai 1998;38(5):405-9.
74. Darge K, Troeger J, Duetting T, Zieger B, Rohrschneider W, Moehring K, et al. Reflux in young patients: comparison of voiding US of the bladder and retrovesical space with echo enhancement versus voiding cystourethrography for diagnosis. *Radiology.* janv 1999;210(1):201-7.
75. Mentzel HJ, Vogt S, Patzer L, Schubert R, John U, Misselwitz J, et al. Contrast-enhanced sonography of vesicoureterorenal reflux in children: preliminary results. *Am J Roentgenol.* 1 sept 1999;173(3):737-40.
76. Darge K, Ghods S, Zieger B, Rohrschneider W, Troeger J. Reduction in voiding cystourethrographies after the introduction of contrast enhanced sonographic reflux diagnosis. *Pediatr Radiol.* 1 nov 2001;31(11):790-5.
77. Berrocal T, Gayá F, Arjonilla A, Lonergan GJ. Vesicoureteral reflux: diagnosis and grading with echo-enhanced cystosonography versus voiding cystourethrography. *Radiology.* nov 2001;221(2):359-65.
78. Kenda RB. Imaging techniques for the detection of vesicoureteric reflux: what and when? *Nephrol Dial Transplant.* 1 janv 2001;16(1):4-7.
79. Kenda RB, Novljan G, Kenig A, Hojker S, Fettich JJ. Echo-enhanced ultrasound voiding cystography in children: a new approach. *Pediatr Nephrol Berl Ger.* avr 2000;14(4):297-300.
80. Riccabona M. Cystography in infants and children: a critical appraisal of the many forms with special regard to voiding cystourethrography. *Eur Radiol.* déc 2002;12(12):2910-8.

AUTEUR : Nom : SELOMME

Prénom : Corentin

Date de soutenance : 18/10/2021

Titre de la thèse : Évaluation de la cystosonographie avec produit de contraste ultrasonore dans la recherche de reflux vésico urétéral, expérience d'un centre français.

Thèse - Médecine - Lille « 2021 »

Cadre de classement : Radiologie et imagerie médicale

DES + spécialité : Radiologie et imagerie médicale

Mots-clés : Cystosonographie, Reflux vésico-urétéral

Résumé :

Introduction : Le reflux vésico urétéral (RVU) est l'une des uropathies les plus fréquentes de l'enfant. La cystographie rétrograde et mictionnelle (CRM) constitue le gold standard pour le diagnostic de RVU. Le développement de technique non ionisante telle que la cystosonographie avec produit de contraste échographique (CEVUS) est une alternative intéressante. L'objectif de ce travail est d'étudier les performances diagnostiques de la cystosonographie dans l'indication recherche de RVU.

Méthodes : Les enfants ayant bénéficié d'une CEVUS ont été inclus. La gradation du RVU était réalisée au cours de l'examen à l'aide de la classification modifiée proposée par Darge et al, pour chaque unité rein-uretère. Les résultats d'une CRM concomitante étaient recueillis, de façon à obtenir un comparatif pour évaluer les capacités diagnostiques de la CEVUS comparativement à la CRM. Quand la CRM n'était pas réalisée de façon concomitante, un témoin de même âge et même sexe ayant bénéficié d'une CRM pour recherche de RVU était apparié. La fréquence du RVU était comparée dans les deux populations. La concordance était évaluée par le coefficient de concordance de kappa.

Résultats : 28 enfants ont bénéficié d'une CEVUS dont 11 examens couplés à la CRM et 17 examens en CEVUS seule. Sur les 56 unités rein-uretère, un RVU était observé dans la technique CEVEUS dans 17 cas soit 30.4%. Sur les 22 unités rein-uretères des enfants ayant bénéficié des deux modalités : 5 RVU ont été observés en technique CRM contre 4 en technique CEVEUS. Dans le groupe témoin, un RVU était retrouvé dans 35,3%, sans différence significative avec le groupe CEVUS. Il n'existait également pas de différence significative concernant les grades des reflux entre les deux groupes. Le coefficient de concordance kappa était de 94% entre les deux techniques, traduisant une très bonne concordance.

Conclusion : La concordance entre la technique CEVEUS et CRM est très bonne. La CEVEUS semble montrer une bonne sensibilité dans le diagnostic des RVU, en l'absence de rayonnement ionisant.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Pr Rémi BESSON

Assesseurs : Madame le Pr Nathalie BOUTRY, Monsieur le Pr Philippe PUECH

Directeur de thèse : Madame le Dr Héloïse LERISSON