

# Imagerie de l'infection urinaire de l'enfant

## *Imaging of urinary tract infection in children*

**F.E. Avni et M. Cassart**

Service d'Imagerie Médicale, Hôpital Erasme

### RESUME

*L'infection urinaire est une pathologie très fréquente chez les enfants.*

*Son diagnostic, sa prise en charge et son traitement ont fait l'objet d'une abondante littérature et ont alimenté de nombreuses controverses.*

*Identifier les patients à risque d'infection et ceux à risque d'infection compliquée sont les défis majeurs. Les complications à long terme comprennent la néphropathie de reflux, l'hypertension et l'insuffisance rénale.*

*L'imagerie joue un triple rôle : affirmer le diagnostic chez les patients dont la symptomatologie est équivoque ; déterminer les patients à risque de récurrence ; un rôle préventif par le dépistage anténatal des uropathies malformatives.*

*En situation aiguë, l'échographie joue un rôle essentiel dans le dépistage des uropathies malformatives. L'utilisation complémentaire du Doppler couleur est importante pour visualiser des zones inflammatoires rénales.*

*A ce jour, l'examen isotopique au DMSA est toujours l'examen de référence pour démontrer une atteinte parenchymateuse. Le scanner et l'IRM sont rarement utilisés en période aiguë.*

*La cystographie rétrograde quant à elle, est essentielle pour démontrer un reflux vésico-urétéral associé. Un algorithme décisionnel peut être proposé sur base de l'échographie, du DMSA suivi par une cystographie si l'un ou l'autre sont positifs.*

*En cas de recherche d'abcès compliquant la PNA, un CT ou une IRM peuvent être réalisés.*

*Par ailleurs, la DMSA est l'examen de référence pour démontrer des cicatrices rénales, séquelles de l'infection.*

*A l'avenir, l'utilisation de l'IRM s'élargira fort probablement pour la démonstration de l'atteinte rénale, de l'uropathie associée ou encore des cicatrices.*

*Rev Med Brux 2010 ; 31 : 290-7*

### ABSTRACT

*Urinary tract infection is very common in children.*

*Its diagnosis, management and treatment have led to abundant literature and many controversies. The main challenges are to identify patients at risk of infection and those at risk of complicated infections. Long-term complications include reflux nephropathy, renal hypertension and stage renal disease.*

*Imaging has a triple role : to confirm the diagnosis in patients with equivocal clinical symptoms ; to determine patients at risk of recurrence ; prevention of infection by detecting already in utero patients with congenital malformation.*

*During the acute phase, Ultrasound has an important role in detecting favouring conditions such as urinary tract dilatation. The use of color Doppler increases the sensibility and specificity of ultrasound. To date, DMSA scan is the key examination for demonstrating the parenchymal lesions.*

*CT-scan and MRI are rarely used in this acute phase. Retrograde voiding cystography (RVC) will be used whenever vesico-ureteric reflux is suspected. A decision algorithm can be proposed bases on US and DMSA ; RVC will be performed whenever one of them is positive.*

*CT or MRI will be used to look for abscesses complicating the UTI.*

*DMSA scan is the gold standard for detecting renal scanning, sequellae of the infection.*

*In the future, the role of MRI will surely increase for the demonstration of uropathy acute and sequellae of the renal involvement.*

*Rev Med Brux 2010 ; 31 : 290-7*

*Key words : kidney, children, urinary tract infections, ultrasound, DMSA, RMI*

## INTRODUCTION

L'infection urinaire est une des maladies bactériennes les plus fréquentes chez les enfants. 5 % des filles et 0,5 % des garçons présenteront au moins une infection. L'approche vis-à-vis des infections urinaires s'est fortement modifiée ces dernières années et les études ont plus porté sur la susceptibilité de l'hôte à l'infection, sur les caractéristiques de l'agent pathogène concerné et sur les relations entre infection urinaire et reflux vésico-urétéral<sup>1-4</sup>.

Il apparaît donc primordial d'identifier les patients à risque d'infection et ceux à risque d'infection urinaire compliquée, c'est-à-dire ceux avec des malformations des reins, un reflux ou une dysfonction vésico-sphinctérienne<sup>5</sup>. Les infections urinaires symptomatiques incluent les infections du tractus urinaire supérieur, avec potentiellement une atteinte rénale (pyélonéphrite aiguë et pyélite) et infections du tractus urinaire inférieur (cystite).

Les infections urinaires des voies urinaires supérieures se présentent cliniquement avec de fortes fièvres et des symptômes de maladie généralisée alors qu'habituellement, les infections urinaires inférieures se présentent plutôt avec des symptômes mictionnels sans signe systémique. Du point de vue anatomopathologique, en cas de pyélonéphrite aiguë, un œdème inflammatoire et des micro-abcès se développent dans le parenchyme rénal. Ces lésions, en l'absence d'un traitement approprié, évoluent vers une nécrose du parenchyme rénal, perte de néphrons et formation de cicatrices<sup>6</sup>.

Les complications à long terme, en particulier si les infections récidivent, comprennent la néphropathie de reflux (pyélonéphrite chronique), l'hypertension rénale, l'insuffisance rénale et l'insuffisance rénale terminale. Il existe des facteurs de risque qui favorisent la survenue de ces complications : l'obstruction, le reflux avec dilatation, le bas âge, les nouveau-nés non circoncis, les problèmes de sphincters vésicaux, le retard du traitement et la récurrence des infections<sup>7,8</sup>.

L'imagerie joue un rôle important à différents niveaux :

- elle va permettre d'affirmer le diagnostic chez des patients dont la symptomatologie est équivoque ;
- elle permettra également de déterminer, parmi l'ensemble des patients, ceux à risque de récurrence et ceux présentant des complications<sup>9-11</sup> ;
- elle aura aussi un rôle préventif de groupes à risque grâce, en

particulier, à la prise en charge néonatale d'uropathies de dépistage anténatal.

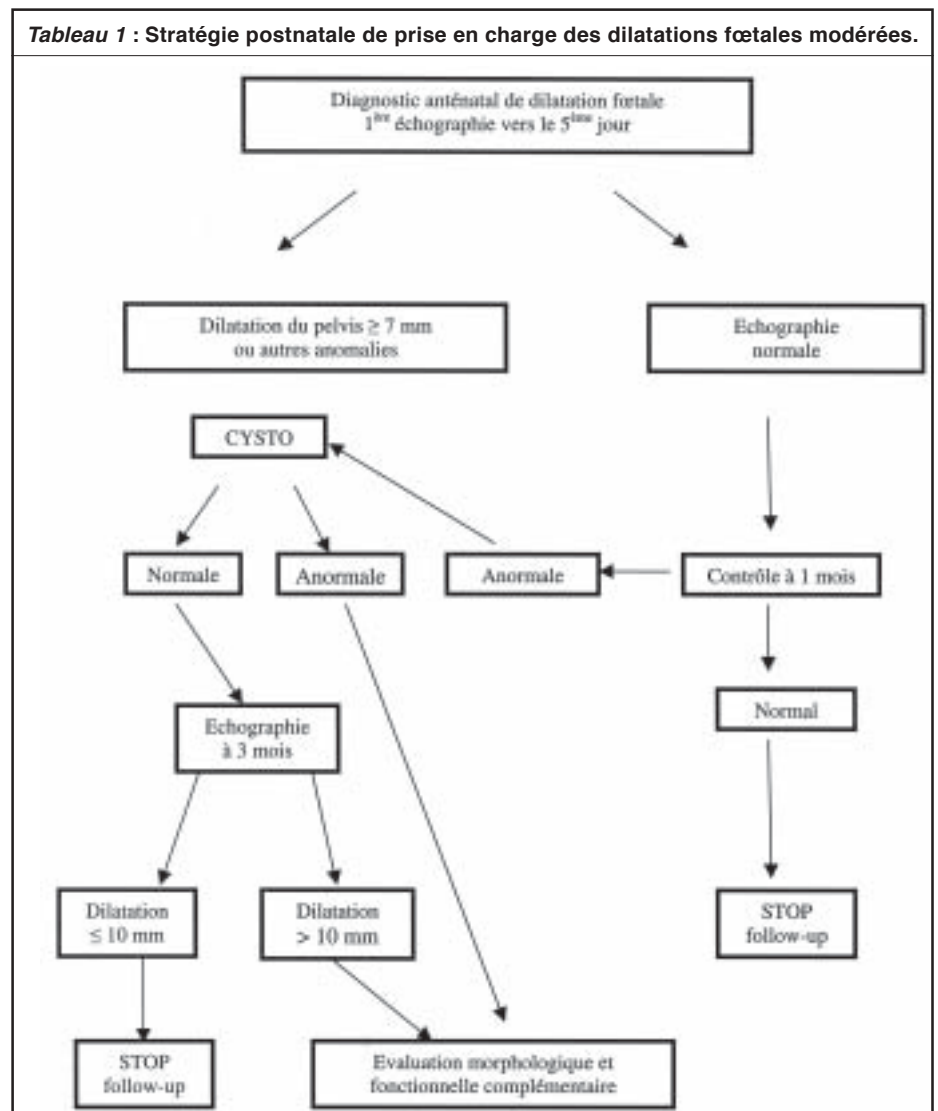
Depuis plusieurs années maintenant, la prise en charge postnatale des uropathies de diagnostic anténatal a été standardisée (tableau 1) et se base sur l'échographie postnatale pour déterminer les cas nécessitant un suivi<sup>12,13</sup>.

## EPIDEMIOLOGIE

La prévalence des infections urinaires varie suivant l'âge et le sexe. Les infections sont nettement plus fréquentes chez les bébés de sexe masculin et chez les filles en âge préscolaire. Une bactériurie asymptomatique survient d'ailleurs chez 1-2 % des filles en âge préscolaire mais est très inhabituelle chez les garçons. Les infections sont 20 fois plus fréquentes chez la fille en âge préscolaire que chez le garçon<sup>14,15</sup>.

La majorité des infections sont causées par l'*E. coli* et dans une moindre mesure par le staphylocoque doré (surtout en cas de dissémination hémotogène). La démonstration d'un germe inhabituel (par exemple protéus) doit faire rechercher une malformation complexe ou une insertion urétérale ectopique.

Tableau 1 : Stratégie postnatale de prise en charge des dilatations fœtales modérées.

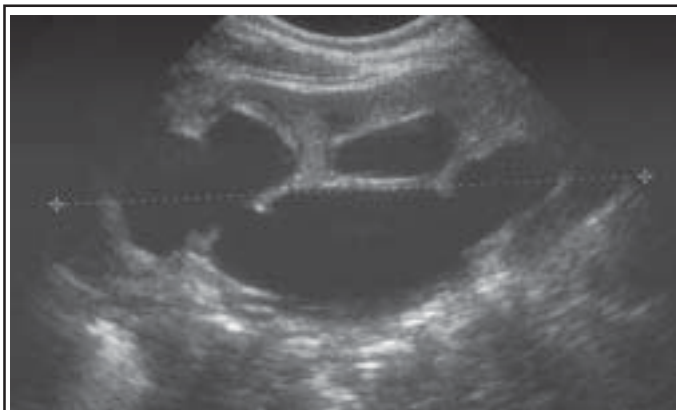


## ROLE DE L'IMAGERIE EN PHASE AIGUE

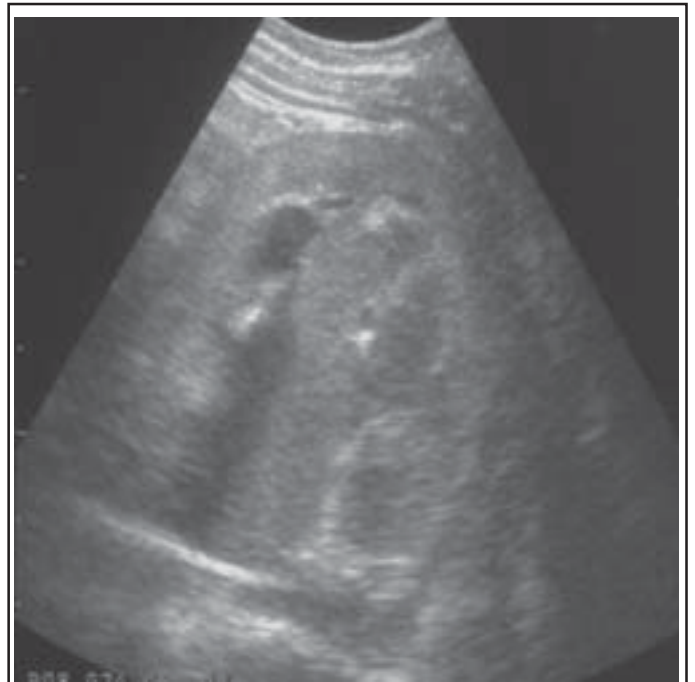
Les controverses concernant l'imagerie de la pyélonéphrite aiguë sont nombreuses. Dans de nombreuses études, les techniques d'imagerie sont mises en concurrence ; cependant, il apparaît clairement qu'aucune technique ne permet une évaluation de l'ensemble du tractus urinaire atteint. L'imagerie doit répondre à plusieurs questions de manière concomitante : est-ce que le parenchyme rénal est atteint, est-ce que les lésions sont irréversibles, y a-t-il un reflux ? Pour cela, plusieurs techniques doivent être utilisées de manière complémentaire. De plus, leur utilisation doit être optimisée de manière à en extraire le maximum d'informations<sup>16-18</sup>.

### L'échographie

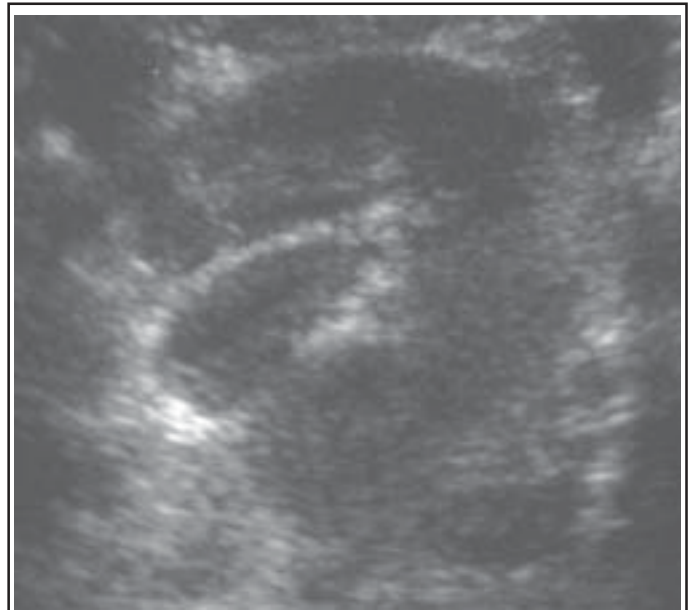
Le rôle universellement accepté de l'échographie dans des cas de suspicion de pyélonéphrite aiguë est avant tout de déterminer s'il existe une malformation rénale sous-jacente qui a favorisé l'infection urinaire<sup>19,20</sup>. L'examen permettra de différencier entre obstruction pyélo-urétérale, urétéro-vésicale, duplication ou une obstruction sous-vésicale (figure 1). Une néphrostomie sera indiquée en cas de pyonéphrose (urine échogène) compliquant l'uropathie (figure 2). Mis à part cette détection d'une uropathie congénitale sous-jacente, l'échographie devrait avoir un rôle supplémentaire dans des cas douteux de pyélonéphrite aiguë en démontrant des signes secondaires d'atteinte rénale. Par exemple, obtenir une mesure systématique des reins par échographie est important puisqu'en cas de pyélonéphrite aiguë, le volume rénal global est augmenté. Il peut également exister des infiltrats inflammatoires de la paroi pyélique ou de la graisse péripyélique ; ils peuvent aussi déterminer une hyperéchogénicité périhiltaire<sup>4</sup>. L'épaississement des parois pyéliques est anormal au-delà de 0,8 mm<sup>22</sup> (figure 3). On peut aussi observer une désorganisation de l'échostructure rénale normale (perte de la différenciation cortico-médullaire, zones hyperéchogènes ou hétérogènes). Cependant, il faut souligner qu'une échographie rénale normale ne doit pas exclure formellement une pyélonéphrite aiguë. La sensibilité de



**Figure 1 : Obstruction de la jonction pyélo-urétérale. Echographie rénale. Coupe sagittale du rein gauche qui démontre une dilatation pyélo-calicielle.**



**Figure 2 : Pyonéphrose. Echographie rénale. Coupe transverse du rein. Dilatation pyélo-calicielle. L'urine est échogène (comparée à la figure 1).**



**Figure 3 : Pyélite. Coupe transverse du rein montrant un épaississement marqué de la paroi pyélique.**

l'échographie dans la détection de la pyélonéphrite aiguë est aux environs de 60 %.

D'autres études ont démontré l'utilité de l'analyse par Doppler couleur pour augmenter la détection de l'atteinte infectieuse et inflammatoire. La contribution du Doppler couleur est basée sur la faible vascularisation de zones affectées par l'infection (figure 4). Le taux de détection de l'échographie augmente alors à 85 %<sup>23</sup>.

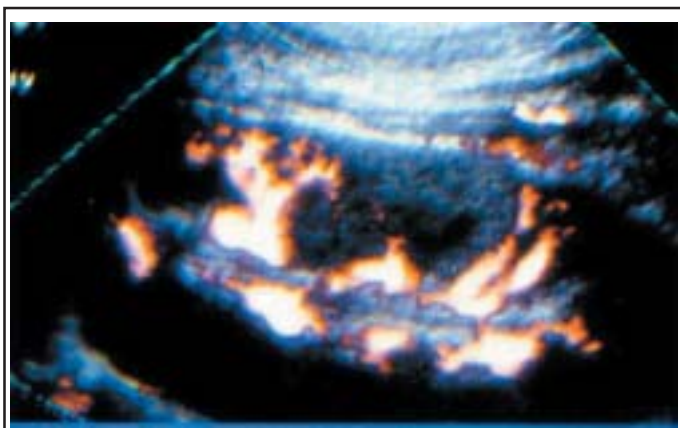


Figure 4 : Pyélonéphrite aiguë et Doppler couleur. Plage hypovascularisée évidente sur la coupe sagittale du rein.

## Le DMSA

La scintigraphie à l'acide dimercaptosuccinique (DMSA) marqué au Technétium 99m est aujourd'hui reconnue comme l'examen de référence pour le diagnostic (et le suivi) des atteintes infectieuses aiguës. Le DMSA est un marqueur cortical qui permet en plus d'évaluer la fonction rénale séparée<sup>19,24</sup>.

La technique est hautement sensible pour le diagnostic de l'atteinte rénale et en tous les cas (figure 5a) nettement supérieure à celle de l'échographie. L'excellente valeur prédictive négative de la scintigraphie vis-à-vis de l'atteinte rénale est sa qualité la plus intéressante en pratique clinique<sup>25</sup>. En d'autres termes, le risque de développement d'une cicatrice est nul quand un DMSA pratiqué à la phase aiguë de la pyélonéphrite est normal. Ceci est le cas quand l'infection est essentiellement urothéliale (pyélite, urétérite) épargnant le parenchyme rénal. Une réserve cependant, quand le DMSA est positif, il est aujourd'hui impossible de déterminer si une lésion aiguë va guérir ou évoluer vers une cicatrice. Chez certains patients porteurs de lésions multifocales, il a été noté la "guérison" de certains foyers alors que d'autres évoluaient défavorablement.

Même s'il ne s'agit pas d'une attitude consensuelle aujourd'hui, il est proposé de ne pas réaliser de cystographie rétrograde dans les suites d'une infection urinaire fébrile en cas de DMSA négatif<sup>19</sup>.

Le problème de la généralisation du DMSA réside dans la disponibilité de la technique dans le cadre d'une affection extrêmement fréquente. L'échographie (avec sonde de haute fréquence et éventuellement couplée au Doppler couleur) comparée au DMSA possède une sensibilité élevée selon certaines équipes entraînées<sup>26</sup>, et pourrait se substituer au DMSA quand elle est anormale. On pourrait alors cantonner la réalisation de DMSA à la phase aiguë aux enfants porteurs d'infections fébriles avec échographie normale (tableau 1).

La complexité de ce débat est liée à l'extrême variabilité des résultats concernant l'échographie au travers de la littérature. Si ceux-ci sont pratiquement optimaux dans certains centres<sup>26</sup>, ils sont désastreux dans d'autres<sup>27</sup>. Les conditions de réalisation sont évidemment responsables de telles disparités. Dans un centre français spécialisé, les examens sont réalisés par des radiopédiatres experts alors que dans un service nord-américain, ils le sont en général par des techniciens qui ne reçoivent pas d'enseignement spécifique à propos de la sémiologie subtile de la pyélonéphrite.

## CT-scanner

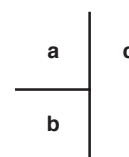
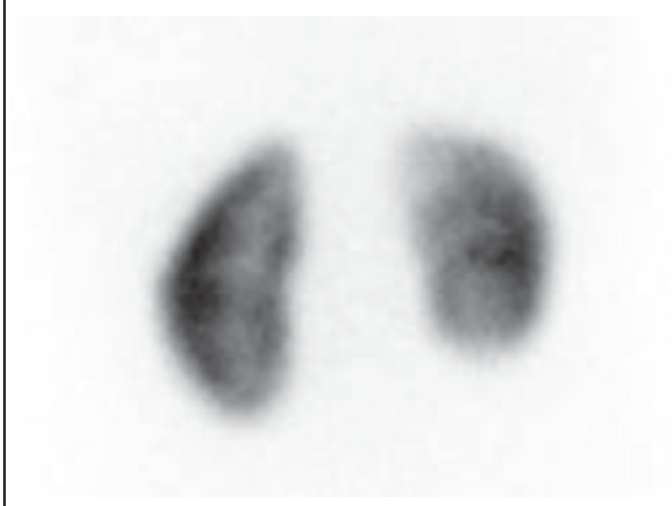
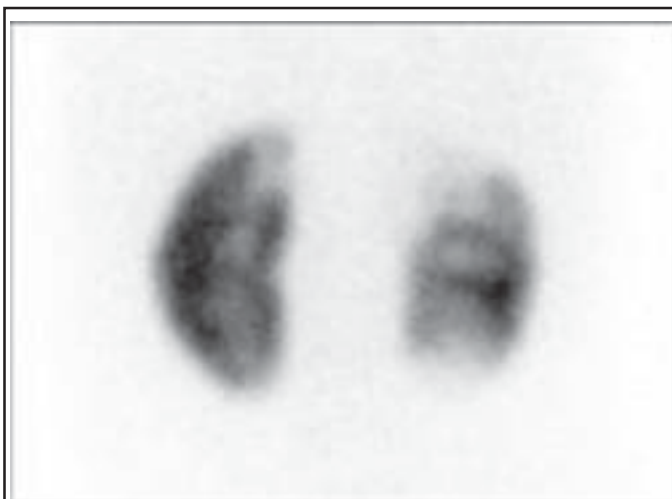
Le CT-scanner avec injection de produit de contraste apparaît aussi efficace que le DMSA pour démontrer des lésions d'atteinte rénale aiguë de pyélonéphrite. Les lésions sont mieux démontrées sur des clichés en phase veineuse et en phase tardive (figure 5b). Elles apparaissent sous la forme de striations triangulaires hypodenses au sein du parenchyme rénal. L'irradiation et le besoin d'injection de produit de contraste limitent leur utilisation de manière systématique pour le dépistage des lésions<sup>23,28</sup>. Au contraire, la TDM apparaît intéressante dans la recherche de complications de type abcès lorsque l'IRM n'est pas disponible<sup>29</sup> (figure 3).

## Imagerie par résonance magnétique

L'imagerie par résonance magnétique présente un grand potentiel pour détecter, à l'instar du DMSA ou du CT-scanner, les zones d'infiltrats inflammatoires et infectieux. Plusieurs études ont montré une excellente corrélation entre la résonance et le DMSA. Après l'injection de contraste, les zones malades apparaissent hypo-intenses sur les séquences T1. La résonance pourrait différencier des zones d'atteinte aiguë et des zones chroniques (figure 6). L'IRM est, par ailleurs, utilisée pour l'évaluation des uropathies malformatives afin d'établir la morphologie précise de la malformation (tout particulièrement pour les duplications). L'avantage de l'imagerie par résonance est donc de fournir des informations à la fois sur la morphologie des voies urinaires et sur l'état du parenchyme<sup>30-32</sup>. L'accessibilité de la technique et la nécessité de sédation rendent son utilisation routinière difficile à généraliser.

## Cystographie rétrograde mictionnelle

La présence concomitante de reflux et d'infection urinaire se situe aux environs de 40 % des cas. Cette association significative entraîne la réalisation systématique de cystographie rétrograde lors de la mise au point des infections urinaires. L'avantage de la cystographie radiologique est de grader le reflux, de démontrer un reflux intrarénal, d'évaluer la fonction vésicale et de rechercher des anomalies urétrales<sup>18,32</sup>. Certaines équipes ne réalisent la cystographie que si l'échographie ou le DMSA sont positifs. Le moment de la réalisation est également controversé (durant la phase aiguë ou à distance de l'infection).



**Figure 5 : Pyélonéphrite et DMSA (vue postérieure) (cas de J.N. Dacher, Rouen).**

- a. Stade aigu : multiples plages bilatérales hypocaptantes.
- b. CT-scanner (avec contraste) montrant une abcédation des deux reins.
- c. Stade cicatriciel (+ de 6 mois). Normalisation de l'aspect du rein gauche. Persistance de plages hypocaptantes droites.



**Figure 6 : IRM. Séquence pondérée T1 après injection de contraste démontrant des abcès multiples dans le rein droit.**

### Attitude face à une suspicion d'infection urinaire (fébrile)

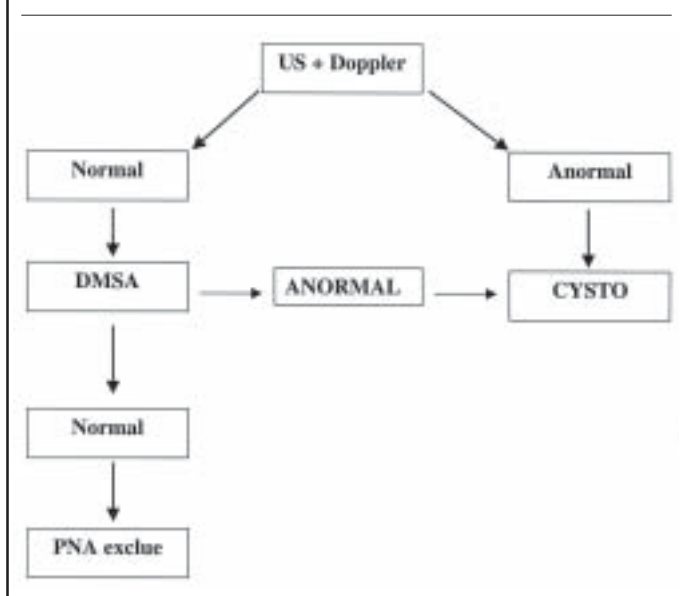
Un grand nombre d'études ont été publiées pour optimiser la prise en charge des enfants ayant présenté une infection urinaire aiguë. Comme indiqué précédemment, il existe des groupes à risque comme les nouveau-nés garçons et les filles en âge préscolaire. L'effort des mises au point est mis sur ces groupes à risque ; cependant, parmi l'ensemble des patients, il

n'est pas possible de définir pourquoi certains vont développer une atteinte rénale et d'autres pas. De plus, il n'est pas possible actuellement de définir quels patients récidiveront. Aussi, il semble acquis actuellement que chaque patient avec infection urinaire prouvée, quel que soit son âge ou son sexe doit subir une évaluation des voies urinaires<sup>12,34</sup>. Un algorithme décisionnel est proposé par la Société Européenne de Radiopédiatrie (ESPR) (tableau 2) (voir [www.espr.org](http://www.espr.org)).

Le premier examen est habituellement l'échographie qui démontrera si une uropathie malformative sous-jacente est présente et s'il y a des signes, déjà à l'échographie d'atteinte rénale. Si l'échographie est normale, un DMSA n'est pas réalisé. Si l'échographie est anormale ou si le DMSA est anormal, une cystographie est proposée. Si l'échographie et le DMSA sont négatifs, une pyélonéphrite est raisonnablement exclue.

Il faut noter que certains auteurs pensent que la cystographie rétrograde doit être réalisée de manière systématique et que la scintigraphie au DMSA ne doit être réalisée qu'à distance de l'infection pour démontrer d'éventuelles cicatrices. Il apparaît clairement, en tout cas, que ces examens constituent la base de l'imagerie de routine de l'infection urinaire<sup>2,18,35</sup>.

**Tableau 2 : Algorithme décisionnel chez un enfant présentant une infection urinaire fébrile.**



### SUIVI DES PYELONEPHRITES D'EVOLUTION FAVORABLE

Sous traitement antibiotique adéquat, les symptômes cliniques disparaissent rapidement. Les anomalies du parenchyme rénal peuvent, elles, subsister plus longtemps<sup>36</sup>.

### IMAGERIE DES COMPLICATIONS SUBAIGUES DE LA PYELONEPHRITE AIGUE

#### Abcès rénal

En cas de traitement retardé ou mal adapté, les lésions pyélonéphritiques peuvent coalescer et former un abcès. Cet abcès peut rester limité au niveau du rein ou s'étendre au-delà de la capsule rénale dans les espaces périnéphritiques. Les lésions sont le mieux démontrées par CT scanner avec contraste, mais aussi par IRM<sup>23,37</sup> (figure 5b).

#### Pyélite et urétérite emphysémateuses

Des complications plus sévères peuvent survenir lorsque le traitement n'est pas approprié ou n'est pas débuté assez rapidement. Des petits abcès se développent dans la paroi pelvienne et urétérale. Des bulles d'air dissèquent alors les parois du système collecteur<sup>38</sup>.

#### Pyonéphrose

En cas de pyonéphrose, de fins échos peuvent être vus dans la partie la plus déclive du système collecteur dilaté. Leur présence en cas d'infection urinaire correspond à de l'urine infectée. L'existence d'une pyonéphrose est une indication de néphrostomie<sup>4</sup> (figure 2).

## COMPLICATIONS TARDIVES

### Cicatrices et lésions de pyélonéphrite chronique

A long terme, les risques d'une pyélonéphrite aiguë non traitée est le développement de cicatrices. Les patients présentant des cicatrices rénales sont à risque pour développer une hypertension rénale, des complications durant la grossesse et à plus long terme une insuffisance rénale<sup>39,40</sup>.

Le rôle de l'imagerie est, dans un premier temps, de définir les patients à risque de développer des cicatrices puis, dans un deuxième temps, de démontrer les cicatrices lorsqu'elles se sont développées. Au stade actuel, la scintigraphie au DMSA est la méthode reconnue comme la plus fiable pour démontrer les lésions cicatricielles à la condition que l'examen ait été réalisé à distance de l'épisode aigu de la maladie<sup>41,43</sup> (figure 5c).

La résonance a également un grand potentiel pour démontrer les lésions cicatricielles<sup>44</sup> (figure 7).



**Figure 7 : Lésions cicatricielles de pyélonéphrite et néphropathie de reflux. Duplication gauche avec reflux connu dans le pyélon inférieur et infections récurrentes. Séquence pondérée T1 avec contraste. Dilatation du pyélon inférieur et amincissement cortical.**

### La pyélonéphrite xanthogranulomateuse (PXG)

La pyélonéphrite xanthogranulomateuse est une forme atypique de lésion rénale parenchymateuse chronique. La PXG peut apparaître sous une forme tumorale ou sous la forme d'une atteinte diffuse. La clé du diagnostic sur le CT ou l'échographie est la présence d'un nodule calcifié au sein d'un rein par

ailleurs normal. Le diagnostic différentiel avec une tumeur de Wilm's ne peut pas toujours être réalisé<sup>45-47</sup>.

## CONCLUSION

Des progrès restent à accomplir dans l'évaluation des patients présentant une infection urinaire de manière à ne pas sous- ni surestimer la maladie.

Un algorithme décisionnel basé sur une échographie avec Doppler couleur devrait optimiser cette prise en charge au stade aigu.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Jodal U : Urinary tract infections (UTI) : significance, pathogenesis, clinical features and diagnosis. In : Postelthwaite RJ, ed. *Clinical pediatric nephrology*, 2<sup>nd</sup> edn. Oxford, Butterworth-Heinemann, 1994 : 151-9
2. Jodal U, Lindberg U : Guidelines for management of children with UTI and VUR. Recommendations from a Swedish state-of-the-art conference. *Acta Paediatr* 1999 ; 431 : 87-9
3. Hellerstein S : UTI : old and new concepts. *Pediatr Clin N Amer* 1995 ; 42 : 1433-57
4. Riccabona M, Fotter R : UTI in infants and children. *Eur Radiol* 2004 ; 14 : L78-88
5. Dacher JN, Savoye-Collert C : UTI and functional bladder sphincter disorders in children. *Eur Radiol* 2004 ; 14 : L101-6
6. Talner LB, Davidson AJ, Lebowitz RL *et al.* : Acute pyelonephritis : can we agree on terminology. *Radiology* 1994 ; 192 : 297-305
7. Chambers T : An essay on the consequences of childhood UTI. *Pediatr Nephrol* 1997 ; 11 : 178-9
8. Van Howe RS : Circumcision and infectious diseases revisited. *Pediatr Inf Dis* 1998 ; 17 : 1-6
9. Smellie JM, Rigden SPA : Pitfalls in the investigation of children with UTI. *Arch Dis Child* 1995 ; 72 : 251-8
10. Dick PT, Feldman W : Routine diagnostic imaging for childhood UTI : a systematic overview. *J Pediatr* 1996 ; 128 : 15-22
11. American Academy of Pediatrics, Committee on quality improvement, Subcommittee on UTI practice parameters : The diagnosis, treatment and evaluation of the initial UTI in febrile infants and young children. *Pediatrics* 1999 ; 103 : 843-52
12. Larcombe J : Urinary tract infection in children. *BMJ* 1999 ; 319 : 1173-5
13. Lindert KA, Shortliffe LMD : Evaluation and management of pediatric UTI. *Urol Clin N Am* 1999 ; 26 : 719-28
14. Riccabona M, Avni FE, Blickman JG, Dacher JN, Darge K, Lobo ML, Willi U : Imaging recommendations in paediatric urology. Minutes of the ESPR urology task force session on childhood obstructive uropathy, high-grade fetal hydronephrosis, childhood haematuria and urolithiasis in childhood. ESPR Annual Congress, Edinburgh, UK, June 2008. *Pediatr Radiol* 2009 ; 39 : 891-8. Epub 2009 Jun 30
15. Riccabona M, Avni FE, Blickman JG *et al.* : Imaging recommendations in paediatric urology : minutes of the ESPR workgroup session on urinary tract infection, fetal hydronephrosis, urinary tract ultrasonography and voiding cystourethrography, Barcelona, Spain, June 2007. *Pediatr Radiol* 2008 ; 38 : 138-45. Epub 2007 Dec 11
16. Luk HW, Woo YH AN-Jeung AWS, Chan JCS : Imaging in UTI : A 9 year local experience. *AJR* 2009 ; 192 : 1253-60
17. Iacobelli S, Fonsante F, Guignard JP : Infections urinaires en pédiatrie. *Arch Pediatr* 2009 ; 16 : 1073-9
18. Williams G, Sureshkumar P, Chan SF, Macaskill P, Craig JC : Ordering of renal tract origins by paediatricians after UTI. *J Pediatr Child Health* 2007 ; 43 : 271-9
19. Lee M, Lin CC, Hung FY *et al.* : Screening young children with a first febrile UTI for high grade reflux with renal US and Tc DMSA. *J Pediatr* 2009 ; 154 : 797-802
20. MacKenzie JR, Fowler K, Hollman AS *et al.* : The value of US in the child with an acute UTI. *Br J Urol* 1994 ; 74 : 240-4
21. Dacher JN, Avni FE, Arnaud F *et al.* : Renal sinus hyperechogenicity in acute pyelonephritis : description and pathological correlation. *Ped Radiol* 1999 ; 29 : 179-82
22. Robben GF, Boesten M, Linmans J *et al.* : Significance of thickening of the wall of the renal collecting system in children : an US study. *Pediatr Radiol* 1999 ; 29 : 736-40
23. Dacher JN, Pfister C, Monroc M *et al.* : Power Doppler US pattern of APN in children : comparison with CT. *AJR* 1996 ; 166 : 1451-5
24. Goldraich NP, Goldraich IH : Update on DMSA renal scanning in children with UTI. *Pediatr Nephrol* 1995 ; 9 : 221-6
25. Hitzel A, Liard A, Vera P *et al.* : Color and Power Doppler sonography *versus* DMSA scintigraphy in acute pyelonephritis and in prediction of renal scarring. *J Nucl Med* 2002 ; 43 : 27-32
26. Morin D, Veyrac C, Kotzki PO *et al.* : Comparison of US and DMSA scintigraphy changes in acute pyelonephritis. *Pediatr Nephrol* 1999 ; 13 : 219-22
27. Hoberman A, Charron M, Hickey RW *et al.* : Imaging studies after a first febrile urinary tract infection in young children. *N Engl J Med* 2003 ; 348 : 195-202
28. Dacher JN, Boillot B, Eurin D *et al.* : Rational use of CT in APN : findings and relationships with VUR. *Pediatr Radiol* 1993 ; 23 : 281-5
29. Auringer ST : Pediatric urology update. *Urol Clin N Am* 1997 ; 24 : 673-81
30. Pennington DJ, Lonergan GL, Flack CE *et al.* : Experimental pyelonephritis in piglets : diagnosis with MR imaging. *Radiology* 1998 ; 207 : 377-84
31. Lonergan GJ, Pennington DJ, Morrison JC *et al.* : Childhood pyelonephritis : comparison of gadolinium-enhanced MR imaging and renal cortical scintigraphy for diagnosis. *Radiology* 1998 ; 207 : 377-84
32. Poutschi-Amin M, Leonidas JC, Palestro C *et al.* : MR imaging in APN. *Pediatr Nephrol* 1998 ; 12 : 579-80
33. Gelfand MJ, Koch B, Elgazzar AH *et al.* : Cyclic cystography. *Radiology* 1998 ; 213 : 118-20
34. Wennerström M, Hansson S, Jodal U *et al.* : Primary and acquired renal scarring in boys and girls with UTI. *J Pediatr* 2000 ; 136 : 30-4
35. Stark H : UTI in girls : the cost-effectiveness of currently recommended investigate routine. *Pediatr Nephrol* 1998 ; 11 : 174-7
36. Pickworth FE, Carlin JB, Ditchfield MR *et al.* : US measurements of renal enlargement in children with APN and time needed for resolution : implications for renal growth assessment. *AJR* 1995 ; 165 : 405-8

37. Brook I : The role of anaerobic bacteria in perinephric and renal abscesses in children. *Pediatrics* 1994 ; 93 : 261-4
38. Patterson A : UTI : an update on imaging strategies. *Eur Radiol* 2004 ; 14 : L89-100
39. Stokland E, Hellström M, Jacobsson B *et al.* : Renal damage one year after first UTI : role of DMSA scintigraphy. *J Pediatr* 1996 ; 129 : 815-20
40. Sreenarasimhalah S, Hellerstein S : UTI per se do not cause end-stage kidney disease. *Pediatr Nephrol* 1998 ; 12 : 210-3
41. Merrick MC, Notghi A, Chalmers N *et al.* : Long-term follow-up to determine the prognostic value of imaging after UTI. 2. Scarring. *Arch Dis Child* 1995 ; 72 : 393-6
42. Rushton HG : The evaluation of APN and renal scarring with Tc DMSA scintigraphy : evolving concepts and future directions. *Pediatr Nephrol* 1997 ; 11 : 108-20
43. Muller L, Predan I, Jacobsson B *et al.* : US as predictor of permanent damage in infants with UTI. *Acta Paediatrica* 2009 ; 98 : 1156-61
44. Chan Y, Chan K, Yeung C *et al.* : Potential utility of MRI in the evaluation of children at risk of renal scarring. *Pediatr Radiol* 1999 ; 29 : 856-62
45. Hugosson C, Ahmed S, Sackey K *et al.* : Focal XPN in a young child. *Pediatr Radiol* 1994 ; 24 : 213-5
46. Schulman H, Barki Y, Hertzanu Y *et al.* : Diffuse XPN in childhood. *J Clin Ultrasound* 1997 ; 25 : 207-10
47. Quinn FMJ, Dick AC, Corbally MT *et al.* : XPN in childhood. *Arch Dis Child* 1999 ; 81 : 483-6

**Correspondance et tirés à part :**

F.E. AVNI  
Hôpital Erasme  
Service d'Imagerie Médicale  
Route de Lennik 808  
1070 Bruxelles  
E-mail : favni@ulb.ac.be

Travail reçu le 20 mai 2010 ; accepté dans sa version définitive le 11 juin 2010.