

# Protocoles d'imagerie spécifique à l'imagerie urinaire

Ingrid Millet, Fernanda Curros-Doyon

## PLAN DU CHAPITRE

---

- Tomodensitométrie
- Imagerie par résonance magnétique
- Opacification

## Tomodensitométrie

Les niveaux de référence diagnostiques publiés pour l'abdomen et le pelvis dans le Journal Officiel du 30 mai 2019 chez l'adulte imposent de ne pas dépasser une PDL (produit dose – longueur) de 625 mGy.cm par hélice tomodensitométrique.

## TDM *low dose* sans injection

### Indications

- Colique néphrétique : identification et caractérisation des calculs, suivi des patients
- Utilisable comme première hélice dans certains protocoles multiphasiques d'uro-TDM

## Principes

Elle correspond à une TDM non injectée dont les doses sont inférieures à 3 mSv, soit une PDL < 200 mGy.cm, en utilisant des bas kilovoltages, un calcul automatique des milliampères-secondes et des techniques de reconstructions itératives. Sa sensibilité pour détecter les calculs urinaires de plus de 3 mm est supérieure à 95 %. Elle permet de localiser, mesurer et évaluer la densité spontanée des calculs avec de bonnes performances.

## Limites

Ne devrait pas être utilisé chez les patients avec un IMC (indice de masse corporelle) > 30 kg/m<sup>2</sup> ou < 18,5 kg/m<sup>2</sup>.

## TDM spectrale

### Indications

- Premier épisode de colique néphrétique : meilleure caractérisation de la composition des calculs
- *En évaluation dans la caractérisation des masses rénales*<sup>1</sup>

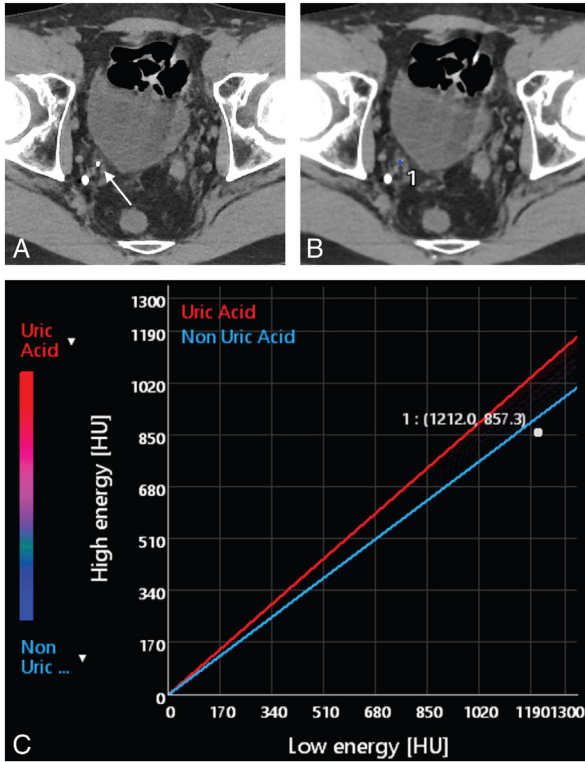
### Principes

La TDM spectrale est une TDM délivrant des rayonnements ionisants à plusieurs niveaux d'énergie sur un même volume. Cette technique permet de différencier avec de bonnes performances (sensibilité de 88 % et spécificité de 98 %) les calculs ayant un taux d'acide urique prédominant par rapport aux autres, en utilisant la différence d'absorption des rayonnements entre le haut kilovoltage et le bas kilovoltage. Les techniques d'acquisition en multiénergie sont différentes d'un constructeur à l'autre, soit directement intégrées dans les acquisitions natives, soit nécessitant d'ajouter une hélice spécifique à l'acquisition *low dose*. Les rendus de post-traitement sont également spécifiques à chaque machine (figure 1.1).

### Limites

- Non adapté pour les patients avec un IMC > 30 kg/m<sup>2</sup>
- Performances moins bonnes pour les calculs < 4 mm
- Majoration de l'irradiation (+20 à 30 % en moyenne) mais en cours d'amélioration grâce aux nouvelles techniques de reconstruction en *deep learning*
- Majoration du temps de traitement si non intégré dans les acquisitions natives (constructeur-dépendant)
- Impossibilité de différencier de façon fiable les composants non uriques des calculs
- Diminution des performances de caractérisation si couplé avec une réduction de dose (non-caractérisation ou fausse caractérisation plus fréquente avec le protocole *low dose*)

1 Non traité dans cet ouvrage car pas de niveau de preuve suffisant à ce jour dans la littérature.



**Figure 1.1.** Exemple de post-traitement d'une TDM spectrale sans injection réalisée pour colique néphrétique droite.

TDM sans injection (A) montrant un calcul urétéral droit (flèche). Image d'analyse spectrale traitée par le logiciel (B et C) confirmant la nature non urique du calcul.

## Angio-TDM des artères rénales

### Indication

Exploration des artères rénales natives ou du greffon rénal : bilan anatomique, recherche de sténose ou anévrisme, bilan d'athérome, etc.

### Principes

L'angio-TDM correspond à une opacification intense du réseau artériel.

Les paramètres d'injection sont fondamentaux :

- débit élevé : 4 mL/s ;
- de préférence avec un PDC (produit de contraste) ayant une concentration d'iode de 350 ou 400 mg/mL ;
- utilisation d'un bolus pulsé (sérum physiologique à débit identique).

Le protocole complet est fourni dans le [tableau 1.1](#). Des reconstructions 3D, 3D MIP (*maximum intensity projection*) et curvilignes sont indispensables pour quantifier les lésions et communiquer leur topographie précise aux correspondants.

### Limites

Patient avec un DFG (débit de filtration glomérulaire) < 30 mL/min (cf. chapitre 2) : proposer une ARM.

## Uro-TDM

### Indications

- Caractérisation des masses rénales
- Bilan de donneur vivant
- Traumatisme rénal
- Suivi des traitements conservateurs percutanés des masses rénales

### Principes

Une uro-TDM correspond à une TDM avec opacification des voies excrétrices urinaires (« uro »-urinaire), elle est donc nécessairement injectée. On utilise ce terme dans le langage courant pour désigner une TDM injectée avec 4 temps d'acquisition ([tableau 1.2](#)) incluant un temps tardif. C'est le protocole le plus utilisé dans l'exploration de la pathologie rénale.

## Uro-TDM avec hyperdiurèse

### Indications

- Bilan d'hématurie macroscopique
- Bilan d'hématurie microscopique avec facteurs de risque de carcinome urothélial
- Exploration de l'appareil excréteur d'origine tumorale ou anatomique

**Tableau 1.1. Paramètres techniques de l'angio-TDM des artères rénales.**

| Phases                | Constantes  | Objectifs   |
|-----------------------|---|---|
| Sans injection        | Réalisable en <i>low dose</i>   | Détection des zones hémorragiques et des calcifications |
| Phase artérielle +++  | Système de détection automatique du bolus<br>120 kV – 400 mA<br>Reconstruction :<br>0,625 mm tous les 0,5 | Étude de la lumière vasculaire                          |
| Phase néphrographique | 90 secondes<br>Reconstruction : 1,25 mm   | Analyse des parenchymes                                 |

**Tableau 1.2. Paramètres techniques d'une uro-TDM.**

| Phases            | Constantes  | Objectifs  |
|-------------------|---|--|
| Sans injection    | Doses standards   | Détection des zones hémorragiques, des calcifications, mesure de la densité spontanée des masses |
| Corticomédullaire | Bolus de détection automatique ou acquisition à 35-40 secondes    | Cinétique de rehaussement lésionnel, analyse vasculaire artérielle                               |
| Néphrographique   | Acquisition à 90-120 secondes                                     | Rehaussement parenchymateux des organes intra abdominaux, analyse vasculaire veineuse            |
| Excrétoire        | 5 minutes pour le rein<br>> 7 minutes pour l'uretère et la vessie | Analyse des voies urinaires  |

- Bilan d'hydronéphrose de cause inconnue
- Suivi des carcinomes urothéliaux traités
- Bilan avant néphrolithotomie percutanée

## Principes

L'hyperdiurèse est fondamentale pour permettre la réplétion de la voie excrétrice et la dilution du produit de contraste. Elle est induite par l'injection intraveineuse de 20 mg de furosémide. Les contre-indications du furosémide sont peu nombreuses : obstruction urinaire aiguë, allergie aux sulfamides, glomérulonéphrite aiguë, déshydratation avec insuffisance rénale aiguë. Le furosémide peut être injecté même si le patient prend déjà ce type de traitement par voie orale dans le cadre d'un traitement antihypertenseur. Le patient doit être informé de l'augmentation physiologique des mictions dans les 6 heures suivant l'examen en lien avec cette hyperdiurèse induite.

Le protocole est détaillé dans la [figure 1.2](#). Une acquisition en procubitus tardive en cas d'opacification incomplète de l'uretère pelvien, de la vessie ou de doute diagnostique sur une lacune urinaire peut être réalisée.

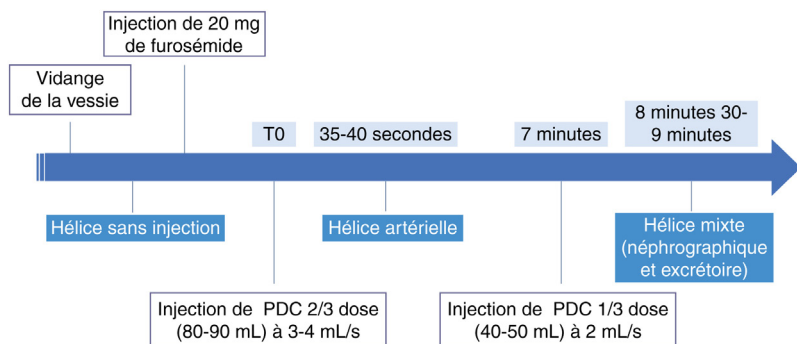
## Limites

- Patient avec faible capacité vésicale ou incontinence urinaire ne permettant pas une opacification vésicale
- Reins muets

## Cysto-TDM

### Indications

- Recherche de plaie vésicale après traumatisme pelvien
- Recherche de fistule anastomotique après chirurgie



**Figure 1.2. Protocole de réalisation d'une uro-TDM avec hyperdiurèse.**

PDC : produit de contraste.

## Principes

L'objectif de la cysto-TDM est de mettre en pression la lumière vésicale pour apprécier son étanchéité. Une sonde vésicale (sonde de Foley) ou un cathéter sus-pubien doivent être positionnés. Le protocole est décrit dans le [tableau 1.3](#). En fonction de la question clinique, le volume d'acquisition est limité au pelvis ou peut inclure l'ensemble de l'abdomen et du pelvis avec une injection associée de PDC veineux. Des coupes en procubitus ou décubitus latéral peuvent être nécessaires si la suspicion de perforation vésicale est située sur la paroi antérieure de la vessie. Les parois de la vessie doivent être bien lisses et tendues pour un examen de qualité.

## Limites

- Mauvaise réplétion vésicale : risque de faux négatifs, de ne pas mettre en évidence la perforation par manque de pression intravésicale. Il est recommandé

**Tableau 1.3. Protocole de réalisation d'une cysto-TDM.**

| Phases                               | Procédure   |
|--------------------------------------|---|
| Sans injection                       | Réalisable en <i>low dose</i>   |
| Cysto-TDM                            | Vidange vésicale par la sonde urinaire.<br>Injection de 250 mL de PDC iodé dilué à 1/5 <sup>e</sup> par la sonde vésicale qui est ensuite clampée<br>Acquisition spiralée sur le pelvis avec des doses standards en coupes de 0,5-1 mm<br>Analyse des images dans les 3 plans de l'espace |
| ± injection de PDC veineux si besoin | Acquisition complémentaire abdominopelvienne à la phase adéquate (artérielle et/ou veineuse) selon la question posée  |

PDC : produit de contraste.

d'injecter à nouveau du PDC par la sonde vésicale jusqu'à obtenir une réplétion satisfaisante en tenant compte des symptômes douloureux et de l'inconfort du patient.

■ En cas de suspicion de traumatisme urétral, le sondage urinaire doit être réalisé au mieux par un cathéter sus-pubien ou par voie rétrograde sous guidage scopique idéalement par un urologue.

## Imagerie par résonance magnétique

Les IRM de l'appareil urinaire peuvent être réalisées à 1,5 ou 3 T. Une antenne de surface est suffisante pour l'exploration de ces organes. Les contre-indications habituelles de l'IRM doivent être respectées (pacemaker, matériel de neurostimulation, implants cochléaires, etc.).

### IRM rénale

#### Indications

- Caractérisation de masses rénales solides ou kystiques, de nature indéterminée en TDM
- Caractérisation de masses rétropéritonéales
- Suivi des maladies rénales chroniques
- Suivi après traitement conservateur percutané des masses rénales
- Alternative à la TDM pour tout examen rénal chez des patients ayant un DFG < 30 mL/min

#### Principes

Le protocole d'IRM rénale est multiparamétrique, associant des séquences fournissant chacune des éléments de caractérisation. Cet examen doit être injecté avec réalisation de séquences de soustraction si besoin. Afin d'optimiser les séquences de soustraction, il est recommandé d'acquérir les images en fin d'expiration. Le protocole complet est fourni dans le [tableau 1.4](#). Il n'est pas nécessaire de réaliser cet examen avec une hyperdiurèse. Des coupes coronales obliques dans l'axe du rein peuvent être utilisées selon le confort de lecture.

### Uro-IRM

#### Indications

- Bilan d'une hydronéphrose de cause indéterminée en TDM
- Bilan malformatif de l'appareil excréteur en alternative à la TDM
- Bilan de carcinome urothélial en alternative à la TDM

**Tableau 1.4. Protocole d'IRM rénale multiparamétrique.**

| Séquences   | Technique  |
|---|--|
| <b>2D T2</b> SS-FSE ou TSE/FSE  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sans et avec suppression de graisse</li> <li>- Axiale (<math>\pm</math> coronale si lésion kystique)</li> <li>- Épaisseur : 4-5 mm maximum</li> </ul>   |
| <b>2D T1</b> GRE en phase et en opposition de phase<br><b>Ou 3D T1 Dixon</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Axiale</li> <li>- Épaisseur : 3-4 mm maximum</li> </ul>   |
| <b>Diffusion</b> avec cartographie d'ADC  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Axiale</li> <li>- Épaisseur : 3-4 mm maximum</li> <li>- b : 0-500-1 000 s/mm<sup>2</sup> maximum</li> </ul>   |
| <b>Injection dynamique</b> en 3D T1 GRE avec suppression de la graisse (VIBE, LAVA, THRIVE) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Axiale ou coronale</li> <li>- Avant injection</li> <li>- <b>Puis</b> injection 0,1 mmol/kg de gadolinium à 3-4 mL/s</li> <li>- Acquisitions au temps corticomédullaire (30-40 secondes), puis néphrographique (90-120 secondes) et excrétoire (&gt;240 secondes)</li> <li>- <i>Acquisition tardive &gt; 10 minutes optionnelle</i></li> <li>- Épaisseur : 3-4 mm maximum</li> </ul> |

ADC : *apparent diffusion coefficient* ; FSE : *fast spin echo* ; GRE : *écho de gradient* ; LAVA : *liver acquisition with volume acceleration* ; SS : *single-shot* ; THRIVE : *T1-weighted high resolution isotropic volume examination* ; TSE : *turbo spin écho* ; VIBE : *volumetric interpolated breathhold examination*.

## Principes

Tout examen d'uro-IRM doit inclure une analyse de la totalité de l'appareil excréteur incluant la vessie et vice versa. S'il est réalisé en coupes axiales, l'examen nécessite en général l'utilisation de deux boîtes d'images qui doivent être contiguës pour les séquences non injectées. Les avancées techniques actuelles permettent d'envisager les séquences injectées en full-axial en couvrant tout l'appareil urinaire et en maintenant une résolution temporelle inférieure à 30 secondes. Les coupes injectées sont réalisées dans le plan coronal le cas échéant. Une hyperdiurèse est indispensable et obtenue par injection intraveineuse de 20 mg furosémide avant l'injection de gadolinium en l'absence de contre-indications. Le patient doit avoir vidé sa vessie avant l'examen. Le protocole complet est donné dans le [tableau 1.5](#).

## IRM vésicale

### Indications

- Bilan d'extension locale des tumeurs de vessie pour établir le VI-RADS – *vesical imaging-reporting and data system* (cf. chapitre 11.3)
- Caractérisation des masses vésicales
- Surveillance des lésions de TVNIM – tumeur vésicale non infiltrant le muscle (alternative à la cystoscopie)