



Année 2022

Thèse N° 027/22

# PRISE EN CHARGE DES INCRUSTATIONS DES SONDES DOUBLE J PAR URÉTÉROSCOPIE SOUPLE-LASER (À propos de 05 cas)

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 21/01/2022

PAR

**M. LAGTOUBI YOUSSEF**

Né le 14 Décembre 1996 à Marrakech

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS :

Uretère – Sonde double J – Laser holmium – Calcul – Incrustation

JURY

- M. FARIH MOULAY HASSAN** ..... PRÉSIDENT et RAPPORTEUR  
Professeur d'Urologie
- M. EL AMMARI JALAL EDDINE**.....  
Professeur d'Urologie
- M. TAZI MOHAMMED FADL**.....  
Professeur d'Urologie
- M. MELLAS SOUFIANE**.....  
Professeur d'anatomie
- } JUGES

# PLAN

---

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>7</b>
<b>RAPPELS</b> .....	<b>9</b>
I. Anatomie de l'uretère .....	10
1. Structure .....	13
2. Vascularisation .....	15
3. Innervation .....	15
4. Embryologie .....	17
5. Variations congénitales .....	19
6. Intérêt clinique .....	23
II. Physiologie de l'uretère .....	24
1. Etudes anatomiques et fonctionnelles .....	24
2. Mécanismes de transport urétéral .....	26
3. Propriétés physiologiques et pharmacologiques du muscle urétéral humain .....	29
<b>ENDOPROTHESES URETERALES DOUBLE J</b> .....	<b>33</b>
I. Histoire et évolution des sondes double J .....	35
1. Dans l'antiquité .....	35
2. L'histoire récente .....	36
II. Différents matériaux des sondes double J .....	41
1. Silicone et Silitek .....	42
2. Polyuréthane .....	43
3. Polyuréthane modifiés et matériaux exclusifs .....	44
4. Endoprothèses métalliques .....	46
5. Revêtements .....	47
6. Orientations futures : Matériaux biodégradables et changements dans la conception .....	48

---

7. Tissus autologues et tissus d'ingénierie .....	49
III. Modifications urétérales sur sonde double J .....	51
1. Modifications histologiques .....	51
2. Modifications urodynamiques .....	51
IV. Indications de la montée de sonde .....	53
V. Technique de mise en place d'une sonde double J .....	53
1. Examen complémentaires préopératoires .....	53
2. Positionnement du patient .....	54
3. Technique standard .....	54
VI. Complications tardives .....	59
1. Incrustation .....	59
2. Lithiase .....	59
3. Douleurs ou sensations désagréables du flanc .....	59
4. Troubles irritatifs vésicaux .....	59
5. Reflux vésico-urétéral .....	60
6. Incontinence urinaire .....	60
7. Hématurie .....	60
8. Ruptures de sonde, à long terme .....	60
9. Fistule urétéro-artérielle .....	61
VII. Changement de sonde .....	62
<b>INCRUSTATION DES SONDES DOUBLE J .....</b>	<b>64</b>
I. Définition et généralité .....	65
II. Facteurs de risque .....	66
1. La durée d'implantation .....	66
2. Le biofilm bactérien .....	67

---

3. Bactériurie .....	67
4. Grossesse .....	67
5. Facteurs spécifiques au patient .....	68
6. Caractéristiques physiques de la sonde .....	68
III. Physiopathologie .....	69
IV. Diagnostic et prise en charge .....	70
1. Circonstance de diagnostic .....	70
2. Imagerie .....	70
3. Stratégie thérapeutique .....	75
V. Avancées actuelles et prévention .....	77
1. Sondes et revêtement en silicone .....	77
2. Sondes métalliques .....	77
3. Revêtements antiadhésifs .....	78
4. Ph urinaire .....	79
<b>MATERIEL ET METHODE.....</b>	<b>80</b>
I. Nature de l'étude .....	81
II. Critères d'inclusion .....	81
III. Critères d'exclusion .....	81
IV. Analyse statistique .....	81
V. Méthodologie .....	82
VI. Technique chirurgicale .....	83
VII. Observations .....	89
<b>RESULTATS .....</b>	<b>104</b>
I. Epidémiologie .....	105
1. Âge .....	105

---

2. Sexe .....	106
3. Antécédents .....	107
II. Données cliniques et paracliniques .....	108
1. Présentations cliniques .....	108
2. Signes physiques .....	108
3. Biologie .....	109
4. Imagerie .....	110
III. Incrustation des sondes double J .....	111
1. Indications de la montée de la sonde .....	111
2. Durée d'implantation de la sonde double J .....	112
IV. Données opératoire et postopératoire .....	113
1. Indications .....	113
2. Nombre de procédure .....	113
3. Caractéristiques des calculs .....	113
4. Technique opératoire.....	114
5. Période post-opératoire .....	114
6. Efficacité de l'urétéroscopie souple laser et succès global.....	115
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>116</b>
I. Epidémiologie .....	117
II. Indications de la montée de sonde double J .....	120
III. Imagerie de diagnostic .....	121
IV. Calculs associés .....	122
V. Données opératoires et postopératoires .....	123
VI. Efficacité de l'urétéroscopie souple laser .....	125
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>127</b>

RÉSUMÉS..... 129

RÉFÉRENCES..... 136

# INTRODUCTION



Les sondes double J sont devenues un élément fondamental de la pratique urologique. Elles sont principalement utilisées pour gérer l'obstruction urétérale due à des causes intrinsèques ou extrinsèques (calculs, tumeurs et fibroses) et pour assurer le drainage après une chirurgie urétérale ou des traumatismes iatrogènes. Cependant, certains problèmes liés à leur utilisation se posent encore malgré les améliorations apportées aux matériaux et à leur conception. Une complication bien connue de cette situation est l'incrustation de ces sondes, qui peut entraîner une morbidité importante telle que la formation de calculs, une obstruction récurrente et une infection des voies urinaires. Diverses procédures peuvent être utilisées pour récupérer les sondes incrustées.

L'urétéroscopie souple est définie comme une endoscopie des voies excrétrices supérieures réalisée par un endoscope introduit dans l'urètre, la vessie puis directement dans la voie excrétrice supérieure (l'uretère, le bassinet, les calices).

L'urétéroscopie souple associée au laser holmium-YAG a montré son efficacité dans l'exploration des cavités rénales. C'est une technique peu traumatique adaptée à la pathologie du haut appareil urinaire. Elle a beaucoup bénéficié du développement et du progrès de la technologie médicale grâce à la miniaturisation du matériel d'endoscopie et l'avènement du laser Holmium YAG, faisant de cette technique une indication de choix dans la prise en charge des incrustations des sondes double J. Suite au progrès continus qu'a connu cette technique, le taux de complication a diminué de façon significative.

Nous présentons notre expérience dans la prise en charge de cette complication par l'urétéroscopie souple associée au laser holmium-YAG.

# RAPPELS

## I. Anatomie de l'uretère :

L'uretère est un tube musculaire qui relie le bassinet à la vessie. D'une longueur d'environ 25 à 30 cm, il a un diamètre d'environ 3 mm. Il présente trois zones de rétrécissement physiologique, à son origine (jonction pyélo-urétérale), en regard du croisement des vaisseaux iliaques, et à sa partie intra vésicale (Figure 1).

[1]

L'uretère traverse l'espace rétro-péritonéal en ligne relativement droite depuis la jonction pyélo-urétérale jusqu'à la vessie. Situé en avant du muscle grand psoas, son parcours peut être suivi le long des extrémités des apophyses transverses des vertèbres lombaires [2].

Ses rapports postérieurs dans l'abdomen sont le muscle grand psoas et le nerf génito-fémoral. L'uretère droit est recouvert en antérieure par la deuxième partie du duodénum, Les vaisseaux génito-aortiques, la partie terminale de l'iléon et le mésentère de l'intestin grêle. Les rapports antérieurs de l'uretère gauche sont les vaisseaux coliques gauches, le côlon sigmoïde et son mésentère. Les vaisseaux gonadiques quant à eux traversent les deux uretères en avant (Figure 3) de manière oblique [3-6].

L'uretère pénètre dans le bassin à la bifurcation de l'artère iliaque commune. Le segment de l'uretère situé sous le rebord pelvien est approximativement de la même longueur que la partie abdominale. Il traverse en postéro-latérale en avant du foramen sciatique, puis tourne en antéro-médiale. Dans son trajet initial, il se trouve en avant de l'artère iliaque interne dans sa division antérieure, et de la veine iliaque interne [6,7]. Il se croise en avant de l'artère ombilicale oblitérée, du nerf obturateur et enfin de l'artère vésicale inférieure (Figure 3).

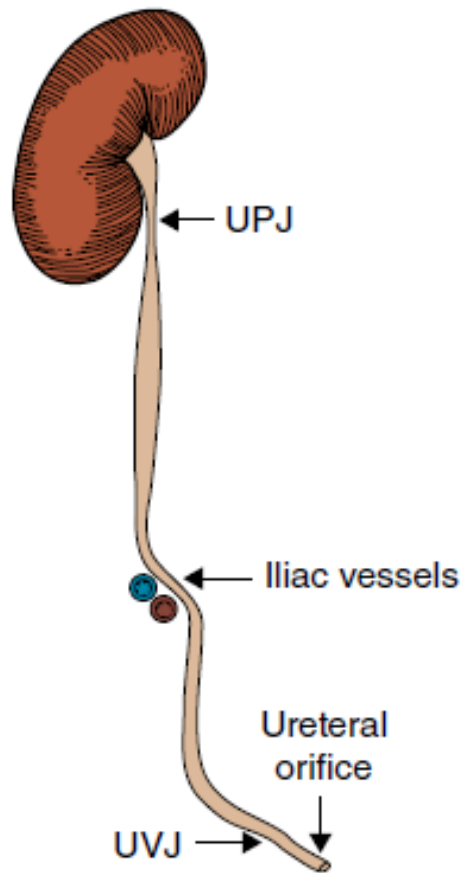
Les rapports avec les organes adjacents de cette partie varient chez les deux

sexes et ont une importance clinique.

Chez l'homme, elle est traversée par le canal déférent du côté latéral au côté médial. L'uretère tourne en inféro-médiale au niveau de la base de la vessie, juste au-dessus des vésicules séminales.

Chez la femme, l'uretère passe derrière l'ovaire et son plexus veineux, ce qui le rend vulnérable aux traumatismes lors de la ligature de ces veines (Figure 3). Il se situe dans le tissu aréolaire sous le ligament large. Il est ensuite traversé par l'artère utérine, qui se trouve au-dessus et en avant de l'uretère – à nouveau vulnérable aux traumatismes-. La partie postérieure de l'uretère est en relation étroite avec le col de l'utérus et le fornix vaginal. Elle se situe entre 1 et 4 cm du col de l'utérus. Le trajet en avant du fornix vaginal latéral peut être variable. L'uretère peut traverser la ligne médiane, et par conséquent, une partie variable peut se trouver en avant du vagin [8-10].

La partie intramurale de l'uretère est oblique et est entourée par les fibres musculaires du détroit. Ces deux caractéristiques entraînent la fermeture de la lumière et sont responsables de la prévention du reflux de l'urine pendant la miction. Les deux orifices urétériques sont distants d'environ 1 à 4 cm lorsque la vessie est pleine. Cette distance se réduit lorsque la vessie est vide.



**Figure 1.** Anatomie de l'uretère.

- UPJ : Jonction pyélo-urétérale
- Iliac vessels : vaisseaux iliaques
- UVJ : Jonction vésico-urétérale
- Ureteral Orifice : Orifice urétéral

## 1. Structure :

N'ayant pas de revêtement séreux, l'uretère comporte trois couches : la plus externe, le tissu fibreux et aréolaire, la moyenne, le tissu musculaire, et la plus interne, l'urothélium. La couche fibreuse quant à elle est fine et indistincte (figure 2).

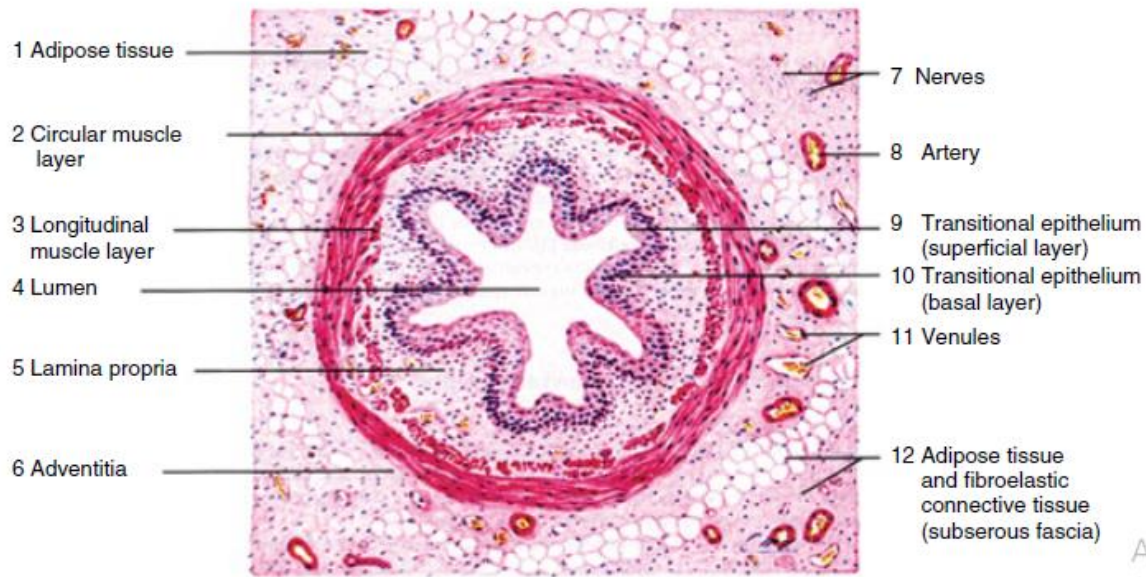
[13]

Les fibres musculaires lisses qui assurent l'activité péristaltique sont divisées en deux segments circulaires et longitudinaux. Les faisceaux internes, circulaires, sont principalement responsables de la propulsion de l'urine en aval. Les fibres longitudinales sont moins distinctes dans sa partie proximale. Des fibres longitudinales supplémentaires sont observées dans la partie distale de l'uretère. La couche musculaire de l'uretère est rarement disposée en deux couches spécifiques.

[13]

L'urothélium est constituée d'un épithélium de transition. Son épaisseur est de quatre à cinq couches cellulaires dans la partie principale de l'uretère, mais elle est beaucoup plus fine dans sa partie proximale où elle est de deux à trois couches cellulaires (figure 2). Il possède très peu de sous-muqueuse qui est principalement plié longitudinalement, et fusionne avec l'urothélium de la vessie à l'extrémité distale.

[13]



Activ  
Accède

**Figure 2. Coupe histologique de l'uretère :**

- 1 : Tissus adipeux
- 2 : Fibres musculaires circulaires
- 3 : Fibres musculaires longitudinales
- 4 : Lumière
- 5 : Lamina propria
- 6 : Adventice
- 7 : Nerfs
- 8 : Artère
- 9 : Épithélium de transition (couche superficiel)
- 10 : Épithélium de transition (couche basale)
- 11 : Veinules
- 12 : Fascia sous-séreuse

## **2. Vascularisation :**

L'uretère est alimenté en sang de façon segmentaire (figure 3). Il existe des anastomoses entre les branches artérielles provenant de l'artère rénale, de l'aorte abdominale, des vaisseaux gonadiques, de l'iliaque commune, de l'iliaque interne et des artères vésicales supérieures et inférieures. Chez les femmes, l'uretère a également des branches provenant de l'artère utérine. Malgré les nombreuses anastomoses internes, la vascularisation des 2 à 3 cm distaux de l'uretère est imprévisible [9], le rendant vulnérable à l'ischémie si disséqué de manière excessive.

Le drainage veineux de l'uretère suit les artères et aboutit finalement dans la veine cave inférieure.

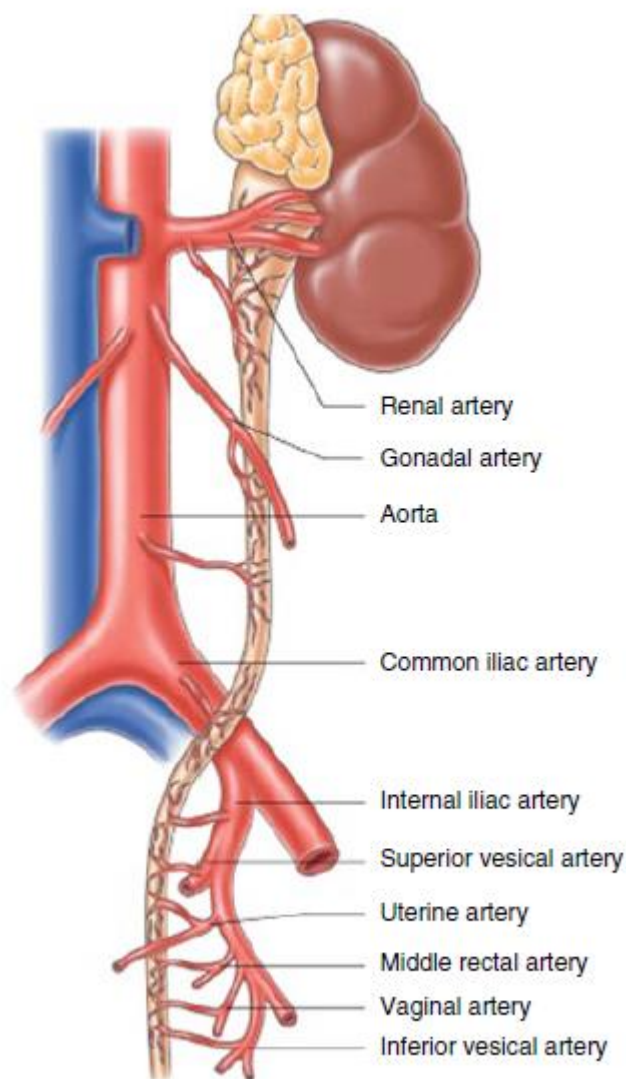
Le drainage lymphatique de l'uretère est également segmentaire. Les plexus lymphatiques internes et communicants des parois de l'uretère se drainent dans les ganglions para-aortiques près de l'origine de l'artère rénale. Le segment abdominal distal se draine dans les ganglions para-aortiques ainsi que dans les ganglions iliaques communs. Les vaisseaux des lymphatiques du segment pelvien de l'uretère se drainent dans les ganglions lymphatiques internes et ensuite dans les ganglions lymphatiques iliaques communs [10-12].

## **3. Innervation :**

L'innervation de l'uretère provient des plexus lombaires et sacrés. La partie proximale de l'uretère est alimentée par le plexus thoracique inférieur et le plexus lombaire, tandis que la partie distale et pelvienne est alimentée par le plexus sacré. Les fibres nerveuses responsables de la douleur proviennent principalement des segments L1 et L2, ce qui explique la douleur référée au dermatome correspondant. Les fibres nerveuses sont peu nombreuses dans la partie proximale mais abondantes dans le segment distal. Le péristaltisme urétéral est largement indépendant de son



innervation. Une onde descendante, initiée dans le système collecteur (calices et bassinet), un peu comme le nœud sino-atrial dans le cœur, serait responsable de la propulsion de l'urine vers la vessie. Un processus obstructif ou inflammatoire peut être responsable d'une paralysie de cette activité neuro-musculaire intrinsèque. [13]



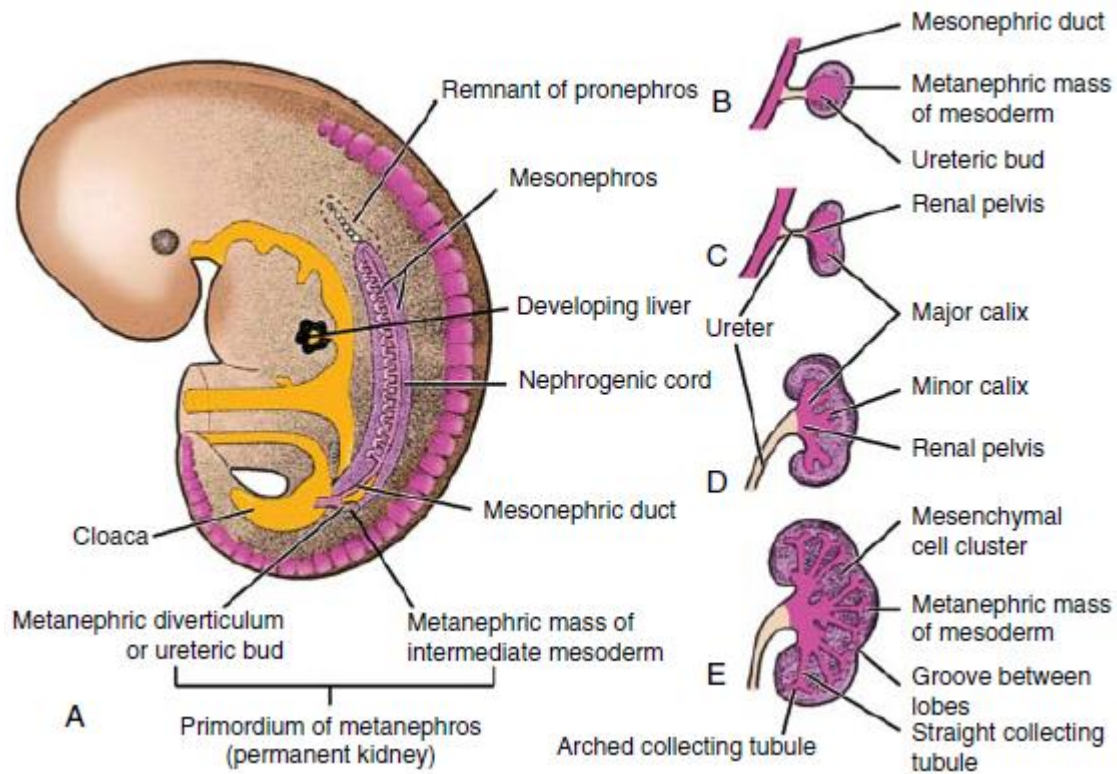
**Figure 3.** Vascularisation de l'uretère

#### 4. Embryologie : [13]

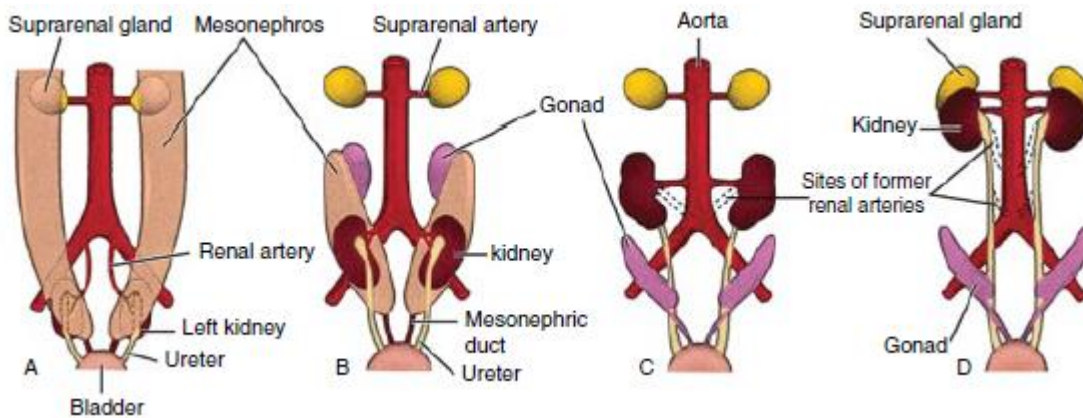
Les bourgeons urétériques se développent de manière céphalique à partir de la vessie embryonnaire. Les extrémités supérieures de ces bourgeons sont recouvertes par le méta-nephros, qui devient le rein adulte (figures 4 et 5). L'extension proximale du bourgeon urétéral se développe pour former le bassin rénal, les calices et les tubes collecteurs.

Le méta-nephros, qui se développe à partir du mésoderme, forme jusqu'à 1 000 000 de néphrons, qui rejoignent les tubes collecteurs pour former les unités fonctionnelles finales du rein adulte. Une fois que le méta-nephros et le système collecteur rénal (calices et bassinnet) en développement ont atteint leur destination lombaire, ils s'attachent aux glandes surrénales. La rotation médiane du rein embryonnaire entraîne une modification de la relation des deux reins avec les organes voisins.

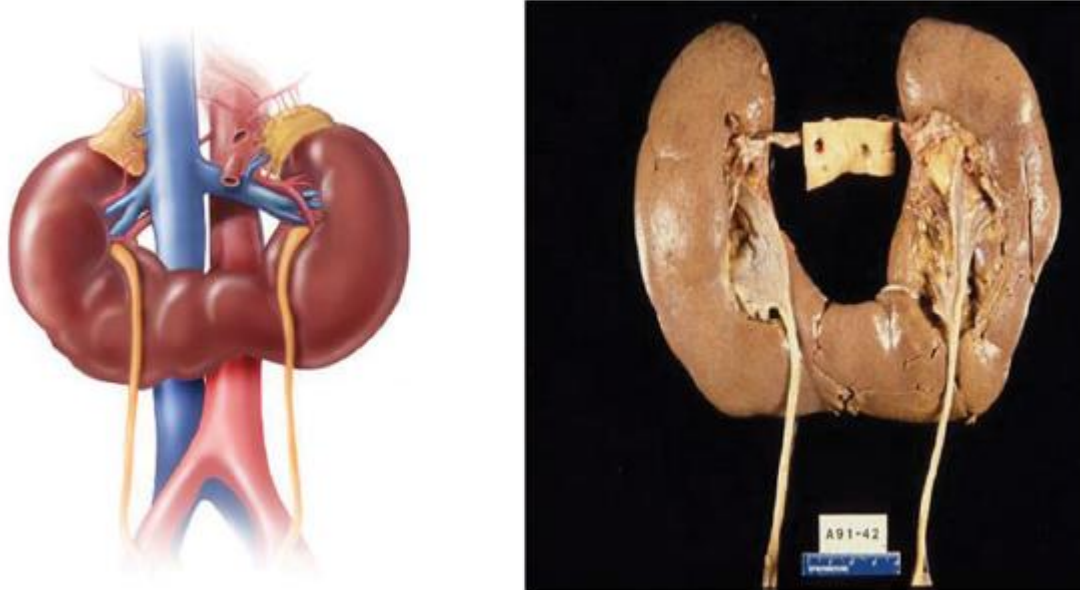
La séparation et la croissance proximale des bourgeons urétériques ont une incidence importante sur les anomalies urétérales et rénales. L'absence de séparation du méta-nephros entraînera le développement d'un rein en fer à cheval (figure 6). De même, toute déviation dans le développement normal du bourgeon conduira à une ectopie duplex ou fusionnée.



**Figure 4. Embryologie de l'uretère.**



**Figure 5. Embryologie de l'uretère.**



**Figure 6.** Rein en fer à cheval.

## 5. Variations congénitales :

### a. Uretère rétro-cave :

L'uretère droit peut traverser en postérieure la veine cave inférieure (uretère rétro-cave). L'incidence est signalée comme étant 1 sur 1500. Plus fréquentes chez les hommes que chez les femmes, cette variation congénitale est considérée comme une anomalie du développement de la veine cave plutôt que de l'uretère. (Figure 7).

[13]

### b. Duplication urétérale : [13]

La duplication du bourgeon urétéral peut entraîner une variété d'anomalies. Cela peut prendre la forme de deux systèmes séparés des deux côtés ou d'un uretère duplex à des niveaux variables qui se fusionnent n'importe où entre la jonction pyélo-urétérale et l'orifice urétéral.

L'emplacement des orifices urétériques d'un système duplex est régi par ce que l'on appelle la loi de Weigert Meyer, qui stipule que l'orifice urétériques de la partie supérieure est plus médial et caudal alors que celui du segment inférieur est plus crânial et latéral (Figure 8).

La partie supérieure est généralement petite et son uretère est plus susceptible de souffrir d'une obstruction ou d'une urétérocèle. La partie inférieure est plus sujette au reflux.

**c. Obstruction de la jonction pyélo-urétérale :**

C'est un rétrécissement fonctionnel de la jonction pyélo-urétérale résultat d'une hypoplasie musculaire ou d'une anomalie neuro-musculaire. L'absence de progression de l'onde péristaltique à cet endroit entraîne une obstruction fonctionnelle entraînant la dilatation progressive du bassinet rénal provoquant ainsi une stase. Ces deux caractéristiques entraînent des complications telles que la formation de calculs, des infections, des douleurs et une perte progressive du parenchyme rénal si la chirurgie corrective est retardée. [13]

**d. Orifice urétéral ectopique :**

Cette forme rare d'anomalie est souvent observée avec la partie supérieure d'un système duplex. Dans une unité rénale unique complètement développée, l'uretère peut se drainer dans l'urètre postérieur, la vésicule séminale ou le canal déférent. Chez la femme, l'orifice peut se trouver dans l'urètre, le vagin ou le périnée, et présenter une incontinence. [13]

**e. Urétérocèle :**

Généralement observées dans la partie supérieure d'un système duplex ou d'un uretère ectopique, elles sont dues à l'échec de la canalisation du bourgeon urétéral.[13]

f. Méga-uretère :

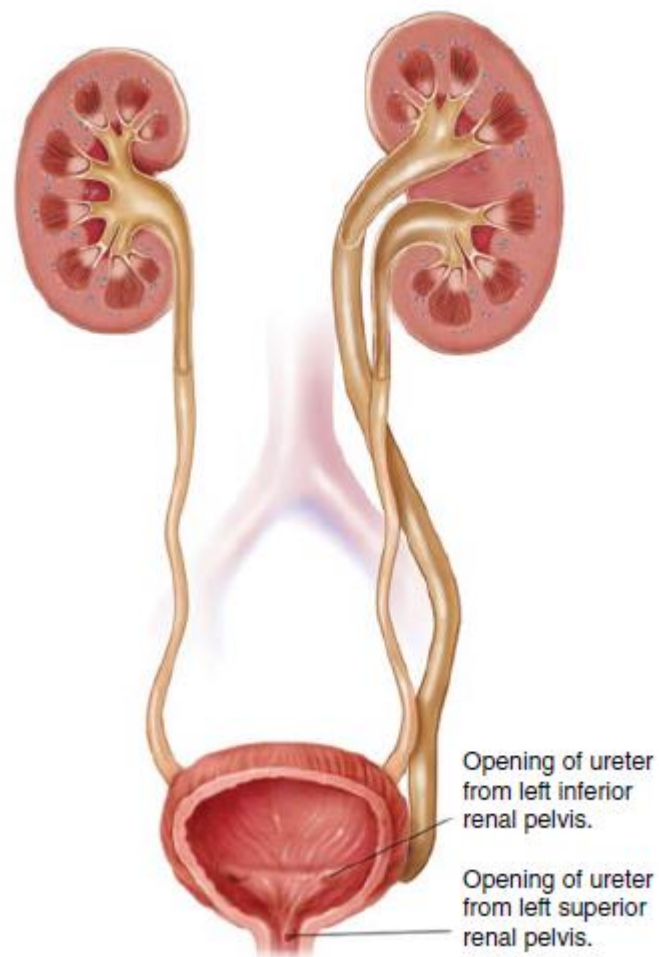
Un uretère grossièrement dilaté avec une jonction urétéro-vésicale étroite est l'aspect typique de cette affection. Un segment péristaltique du segment distal en est la cause possible. Il peut y avoir un reflux associé. Cette anomalie peut être observée avec d'autres anomalies telles que le ventre prune et d'autres syndromes. [13]

g. Diverticules urétériques :

Cette anomalie rare est due à la variation du développement du bourgeon urétéral. [13]



Figure 7. Uretère retro-cave.



**Figure 8. Duplication urétérale.**

## **6. Intérêt clinique :**

Personne ne saurait trop insister sur l'importance de l'anatomie de tout organe pour un chirurgien.

La connaissance de l'anatomie normale et de ses variations peut aider le chirurgien à éviter les traumatismes pendant les procédures qui impliquent la dissection de l'uretère. Les déchirures accidentelles, la transection, la ligature, les dommages thermiques causés par la diathermie, ligasure, le scalpel harmonique ou l'énergie laser peuvent être réduits en séparant soigneusement l'uretère. Ces dommages thermiques peuvent être subtils et se manifester beaucoup plus tard lorsque la nécrose tissulaire se développe à la suite d'une ischémie. La connaissance de la vascularisation est importante. Éviter une mobilisation excessive peut prévenir le développement de sténoses ischémiques après une chirurgie urétérale. Bien que distensible, le diamètre de l'uretère doit être respecté. L'insertion d'instruments de grand diamètre entraîne invariablement des déchirures et une cicatrisation ultérieure. Le recours croissant à l'urétéroscopie et l'utilisation de dispositifs tels que les lasers ont entraîné une augmentation des traumatismes urétériques iatrogènes. [13]



## II. Physiologie de l'uretère :

### 1. Etudes anatomiques et fonctionnelles :

La fonction essentielle de l'uretère est de transporter l'urine du rein vers la vessie.

Ceci est accompli, dans des conditions normales, par des ondes péristaltiques résultant de contractions coordonnées des différents composants de la musculature urétérale. L'activité électrique, sous forme de potentiels d'action, provenant du stimulateur primaire situé dans la partie proximale du système collecteur (calice et bassinets), précède et initie la contraction péristaltique et se propage dans une direction antérograde de cellule à cellule via des voies électriques de faible résistance, permettant à l'uretère de se comporter comme un syncytium fonctionnel. [13]

L'uretère normal se compose essentiellement de trois couches : les cellules transitionnelles de l'urothélium avec sa lamina propria de soutien, une couche musculaire et une couche adventicielle externe de tissu conjonctif. La couche musculaire a une épaisseur de 750 à 800  $\mu\text{m}$  et se compose de faisceaux de cellules musculaires lisses très serrées, séparées par des grandes quantités de collagène et de fibrilles élastiques. Ces faisceaux ne sont pas disposés en couches distinctes, comme dans l'intestin mais forment un maillage complexe entrelacé et interconnecté. Les cellules musculaires lisses individuelles constituent la principale unité anatomique fonctionnelle de l'uretère. Ces cellules musculaires ont une forme fusiforme de 250 à 400  $\mu\text{m}$  de longueur et de 5 à 7  $\mu\text{m}$  de diamètre. Dans le cytoplasme de ces cellules, on peut voir des myofilaments orientés longitudinalement, constitués de protéines contractiles, l'actine et la myosine, qui constituent la machinerie de base responsable de la contraction cellulaire [14]. Des corps denses visibles en microscopie électronique situés sous la membrane plasmique ancrent les myofilaments. Des replis

de la membrane plasmique en forme de flasques, les cavéoles, augmentent la surface de la cellule et sont associés à des sacs de réticulum sarcoplasmique, qui peuvent jouer un rôle dans le contrôle des mouvements de calcium dans la cellule.

Les cellules musculaires lisses individuelles deviennent intimement liées les unes aux autres par des jonctions spécialisées [15]. Ces zones de proximité peuvent servir de voies à faible résistance permettant à l'activité électrique d'être conduite à travers le syncytium cellulaire. D'autres jonctions peuvent assurer une liaison mécanique entre les cellules : les jonctions à tenon et mortaise et les jonctions intermédiaires [16]. Le rôle du système nerveux autonome dans le péristaltisme urétéral est un sujet controversé depuis plus de 100 ans. Englemann [17] a proposé que le péristaltisme urétéral soit d'origine myogénique en se basant sur le fait que les ganglions autonomes étaient absents du muscle lisse de plusieurs espèces animales. Dans l'uretère humain, des ganglions ont été identifiés mais uniquement dans l'adventice en association avec la gaine de Waldeyer [18]. Néanmoins, il existe des preuves substantielles pour soutenir l'hypothèse originale d'Englemann sur la conduction myogénique. Premièrement, les potentiels d'action associés au péristaltisme urétéral et la vitesse de propagation ne sont pas compatibles avec la conduction des fibres nerveuses [19]. Deuxièmement, bien qu'il existe un réseau riche et irrégulier de fibres nerveuses dans l'adventice, le « Grundplexus d'Engelmann », le nombre de fibres et la distribution des axones terminaux dans la couche musculaire sont inadéquats et ce n'est que rarement que l'on voit des axones terminaux contenant des vésicules synaptiques courir entre les faisceaux musculaires et se trouver à proximité des cellules musculaires lisses. Des études ont mis en évidence par microscopie électronique une synapse du muscle urétéral innervé par des nerfs autonomes et même dans ces régions, la spécialisation morphologique de

la membrane post-synaptique n'a pas été démontrée. Enfin le péristaltisme urétéral persiste après transplantation rénale [20], dénervation [21], inversion d'un segment in situ [22], et segments isolés in vitro [23].

Un autre réseau de fibres nerveuses peut être identifié, s'étendant de la surface interne de la couche musculaire vers la base de l'urothélium dans la lamina propria. Ces terminaisons nerveuses sont probablement des terminaisons afférentes ou sensorielles [15]. Certains chercheurs, utilisant des techniques physiologiques in vitro, et ont mis en évidence la présence de récepteurs excitateurs alpha-adrénergiques et inhibiteurs bêta-adrénergiques dans le muscle urétéral [24,25], et dans une moindre mesure de récepteurs cholinergiques [26]. La signification fonctionnelle de ces récepteurs est peu claire et controversée.

Bien que le système nerveux autonome semble relativement peu important dans la contraction urétérale, il assure le contrôle fondamental de la contraction physiologique normale de la vessie.

## **2. Mécanismes de transport urétéral :**

On a longtemps considéré que le stimulus principal de la contraction de l'uretère est le contenu de l'urine dans sa lumière, l'uretère vide reste calme [27].

Dans des conditions normales, les contractions régulières et coordonnées du muscle lisse urétéral sont responsables du transport de l'urine du rein vers la vessie. Lorsque le bassin rénal se remplit d'urine, la pression intrapyélique augmente et l'urine est extrudée dans l'uretère supérieur, où elle se transforme en bolus. Le bolus, qui se trouve dans un segment passif non contracté de l'uretère, est propulsé vers la vessie par l'onde péristaltique urétérale [28]. La propulsion efficace du bolus dépend de la capacité de l'uretère à coapter complètement sa paroi. La pression intra-urétérale au repos est d'environ 0-5 cm d'eau avec des ondes de pression

superposées de 20–80 cm d'eau se produisant lors de chaque contraction urétérale. A débit normal, les ondes péristaltiques se produisent deux à six fois par minute [29].

Bozler [30] a été le premier à démontrer, en utilisant des électrodes électriques de surface, que dans des conditions normales, chaque contraction urétérale était précédée d'un événement électrique qui est le potentiel d'action. Un potentiel d'action décrit un événement électrique discret consistant en une dépolarisation et une repolarisation régénératrices survenant à travers la membrane d'une cellule électriquement excitable. Cet événement peut se produire spontanément ou à la suite d'un stimulus externe, tel qu'un étirement, une stimulation électrique appliquée, une activation des récepteurs par des neurotransmetteurs ou des médicaments, ou un potentiel d'action adjacent se propageant à partir d'une cellule déjà excitée. L'initiation d'un potentiel d'action est un phénomène de type « tout ou rien » et une fois généré, il peut être propagé, permettant ainsi une excitation électrique synchronisée entre les connexions cellulaires électriques, d'autres facteurs tissulaires influencent la vitesse et l'ampleur de ces événements, mais la séquence aboutit à une contraction synchronisée de la musculature urétérale. Dans l'uretère, dans des conditions physiologiques normales, les cellules pacemaker situées dans les calices mineurs déclenchent la génération du potentiel d'action par une dépolarisation lente spontanée qui atteint finalement un niveau critique, le potentiel seuil. Les ondes de contraction péristaltique prennent donc naissance dans la partie la plus proximale des voies urinaires supérieures, probablement au niveau de l'un des nombreux sites pacemakers caliciformes spontanément actifs et sont transmises au bassinet rénal et à l'uretère. Cependant, à des débits normaux, la fréquence des ondes dépasse celle de l'uretère. La jonction pyélo-urétérale semble agir comme un « mécanisme de déclenchement », la transmission des ondes péristaltiques au-delà de la jonction

pyélo-urétérale dépendant du volume d'urine présent dans le bassinet. Plus le débit urinaire augmente, plus le nombre de contractions péristaltiques transmises à l'uretère est important, il existe une corrélation exacte. Lorsque le débit urinaire augmente, le nombre d'ondes péristaltiques augmente, suivi d'une augmentation du volume du bolus. A des débits élevés, les bolus coalescent, les parois urétérales ne coaptent pas, le mécanisme de transport dépend donc de la pression hydrostatique produite par la production d'urine dans le rein.

L'effet de l'obstruction sur la physiologie urétérale est complexe et dépend de plusieurs facteurs, dont le degré et la durée de l'obstruction, le taux de formation d'urine et la présence d'une infection. Une augmentation initiale de la pression intraluminaire avec une augmentation des dimensions urétérales dépend de l'équilibre entre la production continue d'urine par le rein et le degré d'obstruction. Elle peut être accompagnée d'une augmentation transitoire de l'amplitude et de la fréquence des ondes péristaltiques, bien que cette phase soit de courte durée [31]. En raison des modifications des dimensions de l'uretère, la pression intraluminaire diminue. Ce phénomène et l'incapacité des parois urétérales à s'adapter à l'augmentation du diamètre de l'uretère compromettent encore davantage le mécanisme de transport déjà défaillant et la probabilité d'extruder activement l'élément obstruant. Les propriétés des muscles coordonnés dynamiquement de l'uretère ont été transformées en celles d'un tuyau de drainage statique. De plus, ces modifications peuvent interférer avec l'activité des sites pacemakers logés dans les calices et responsables de la coordination du péristaltisme urétéral [32]. La présence d'une infection potentialise les effets délétères de l'obstruction [33].

La levée de l'obstruction ou le détournement de l'urine par l'insertion d'une sonde de néphrostomie percutanée permet à l'uretère de retrouver ses dimensions normales et de coaptation de sa lumière avec la restauration d'une contractilité et d'un péristaltisme urétéral efficaces. Des études animales ont montré qu'après deux semaines d'obstruction urétérale, une hypertrophie du muscle lisse et une augmentation de la contractilité musculaire ont été retrouvées [34, 35]. Cette observation expérimentale peut constituer une partie de l'explication du passage des calculs urétériques après la mise en place d'une sonde de néphrostomie. Cependant, bien que la présence d'une sonde de néphrostomie impose un ensemble supplémentaire de changements à la physiologie des voies urinaire supérieures, qui peuvent entraîner un péristaltisme urétéral désordonné en raison de l'interférence avec les sites des pacemakers, la mise en place d'une sonde intra-urétérale paralysera quant à elle la fonction urétérale jusqu'à son retrait.

La présence d'une sonde de néphrostomie percutanée donne un accès direct aux voies urinaires supérieures, ce qui peut constituer une porte d'entrée pour les médicaments, lesquels peuvent renforcer la contractilité urétérale dans le but d'expulser le calcul obstruant.

### **3. Propriétés physiologiques et pharmacologiques du muscle urétéral humain :**

Il existe une diversité considérable dans l'organisation fonctionnelle cellulaire entre les différents types de muscles lisses et au sein des différentes espèces. Il est nécessaire d'étudier chaque type de muscle lisse comme une entité distincte et d'éviter l'extrapolation des données expérimentales entre le type de muscle lisse et l'espèce animale. Fondamentalement, il n'est pas possible d'utiliser un modèle animal pour tenter de comprendre la physiologie du muscle lisse urétéral humain. [13]

La majorité des chercheurs ont concentré leurs efforts sur l'isolement d'agents susceptibles d'entraîner une relaxation et une inhibition du péristaltisme urétéral, car ils considéraient l'hyperpéristaltisme et le « spasme urétéral » comme les facteurs initiaux de la douleur de la colique néphrétique. Il existe un nombre considérable de fausses idées sur l'étiologie de la colique néphrétique et le mécanisme de sa douleur. Il semble qu'il n'y ait aucune preuve factuelle à l'appui du concept selon lequel l'hyperpéristaltisme ou le spasme contribuent à la douleur de la colique néphrétique. [13]

Le nombre de publications scientifiques relatives à la physiologie de l'uretère humain au cours des vingt dernières années est relativement faible par rapport à l'intérêt pharmacologique pour la fonction vésicale et en particulier à la volonté des sociétés pharmaceutiques de fournir des médicaments efficaces pour l'hyperactivité vésicale. Le mécanisme d'action des prostaglandines et des inhibiteurs de la prostaglandine-synthétase dans le traitement de la colique néphrétique a déjà été mentionné. Cependant, en dehors de ces substances et de l'action plutôt surprenante du dioxyde de carbone, le muscle urétéral humain semble relativement inerte, notamment par rapport au muscle détrusor. [13]

Dans une série complète d'expériences in vitro utilisant la technique de microperfusion conçue pour assurer une bonne viabilité des tissus, l'auteur a pu définir les propriétés contractiles de base du muscle urétéral humain [36]. La tension produite lors d'une contraction phasique, initiée par une stimulation par champ électrique d'une préparation musculaire isolée, perfusée avec une solution physiologique, et empêchée de se raccourcir (contraction isométrique) a été utilisée comme indice de contractilité. Dans certaines conditions, comme l'augmentation de la concentration de potassium dans le superfusé, des changements dans la tension

au repos ont été observés. Ces contractions ont été appelées réponses toniques. En utilisant ce modèle, l'effet de divers agents ajoutés au superfusat a été étudié.

La tétrodotoxine, une neurotoxine puissante provenant des ovaires de Fugu (un poisson japonais), inhibe la génération de potentiels d'action dans les fibres nerveuses, mais pas dans les muscles lisses, en bloquant sélectivement une augmentation de la conduction du sodium. L'insensibilité de la préparation à la tétrodoxine dans n'importe quelle condition de stimulation, en l'absence d'effet de l'atropine de la phentolamine et propranolol suggèrent que les contractions provoquées par la stimulation du champ électrique sont due à un effet direct sur le muscle et indépendantes du réseau nerveux autonome. Cette conclusion est d'une importance fondamentale. L'absence d'effet de l'acétylcholine, du carbachol et de l'isoprénaline constitue une preuve supplémentaire que les récepteurs cholinergiques et bêta-adrénergiques ne jouent aucun rôle dans la modulation de la contractilité de l'uretère humain in vitro. La noradrénaline a produit une réponse qui a pu être bloquée par la phentolamine (bien que la phéntolamine seule n'ait eu aucun effet), ce qui suggère qu'elle est médiée par les récepteurs alpha. Cependant, les fortes concentrations requises pourraient rendre la réponse d'une signification physiologique douteuse. Il apparaît que les réseaux nerveux locaux, bien que présents dans la paroi de l'uretère humain, sont relativement peu importants dans le contrôle de la contractilité urétérale. Cette situation contraste avec celle qui existe dans le muscle détrusor humain. [13]



**Tableau 1. Résumé des effets de divers agents sur la contractilité du muscle lisse urétérale.[13]**

Aucun effet	Certain effet	Effet significatif
➤ Tetrodotoxine	➤ Calcium	➤ Indométacine
➤ Atropine	➤ Noradrénaline	➤ Diclofénac
➤ Phentolamine		➤ PGF 2 alpha
➤ Propranolol		➤ PGE 2 alpha
➤ Acetylcholine		➤ Potassium
➤ Carbachol		➤ Dioxyde de carbone
➤ Isoprenaline		
➤ Glucagon		
➤ Metaclopramide		
➤ [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]		

# ENDOPROTHESES URETERALES DOUBLE J

L'utilisation d'une sonde double J est devenue une partie intégrante de la pratique de l'urologie contemporaine. Les indications pour l'insertion d'une sonde double J englobent pratiquement tous les types d'opérations et interventions sur l'uretère et diverses chirurgies rénales [37]. Cette sonde permet à l'urine de s'écouler par les voies intra et extra-liminales, du rein vers la vessie soulageant ainsi l'obstruction et les douleurs ou infections associées.

Malgré les avantages apparents des sondes double J, leur utilisation peut être associée à des complications telles que l'infection, la migration, la perforation et l'incrustation [38]. En outre, près de 80 % des patients présentent des symptômes gênants liés à l'endoprothèse, tels que des lombalgies, hématurie, et les symptômes du bas appareil urinaire [39], d'où l'intérêt significatif pour développer la sonde ultime permettant un meilleur drainage accompagné d'une facilité d'insertion, et de retrait ainsi que la réduction des symptômes et des infections associées.

## I. Histoire et évolution des sondes double J :

### 1. Dans l'antiquité :

L'intubation du système urinaire à l'aide de tubes creux à des fins de drainage remonte à l'Égypte antique [40]. Le sondage vésical permettait de soulager les douleurs associées aux rétentions urinaires, et était réalisée à l'aide de différents matériaux végétaux tels que des roseaux, des pailles et des feuilles de palmier recroquevillées [41].

L'histoire chinoise décrit l'utilisation des feuilles d'allium, qui sont minces et creux pour drainer les vessies obstruées après les avoir séchées [41]. Mais cette technique qui se base sur un matériel fragile, a posé des problèmes tels que la difficulté à les faire passer ou la rupture à l'intérieure de la vessie, incitant ainsi l'utilisation des matériaux plus rigides comme l'or, le cuivre, le bronze et l'étain [40,41].

Des progrès qui ont été réalisés par Galien (131–210 av. JC) décrivant le célèbre cathéter métallique en forme de S utilisé chez les hommes et les femmes, et Avicenne qui lui a fait la démonstration d'un cathéter plus malléable [41,42].

Goodyear a décrit le processus révolutionnaire de vulcanisation du caoutchouc, qui permet de façonner et de former le caoutchouc dans n'importe quelle forme souhaitée [41,42], peu après Auguste Nelaton a mis au point le cathéter Nelaton en caoutchouc rouge, avec une meilleure flexibilité permettant une insertion plus facile et moins traumatisante [40,41]. Un système d'auto-rétention des cathéters était une véritable nécessité, de multiples mécanismes ont été développés et les cathéters à ballonnet auto-rétentif (cathéter de Foley) étaient les plus réussis.

La mise au point de sondes urétéraux n'a suscité qu'un intérêt passager ; jusqu'au développement du cystoscope au XIXe siècle [41]. Gustav Simon, un chirurgien allemand qui a apporté de nombreuses contributions à l'urologie, a été le premier à sonder l'uretère à l'aide de tubes creux lors d'une cystostomie ouverte [41,43]. Alexander Brenner, un chirurgien autrichien a signalé pour la première fois le cathétérisme urétéral endoscopique chez une patient vers 1887, les chirurgiens de l'hôpital John Hopkins ont pu reproduire la procédure chez une femme et peu de temps après, ils ont pu réaliser avec succès le premier cathétérisme urétéral endoscopique chez un patient de sexe masculin en 1893 [44].

Les premières endoprothèses n'étaient pas spécifiquement conçues pour cathétérisme urétérale, les endoprothèses étaient radiotransparents et non graduées [41], Joaquin Albarran, reconnu pour ses importantes innovations en matière d'instrumentation urologique, a conçu les premiers modèles manufacturés de « stents » destinés au cathétérisme urétéral [41].

## **2.L'histoire récente :**

Le XXe siècle a été marqué par la réalisation de la majorité des progrès dans la pose des sondes.

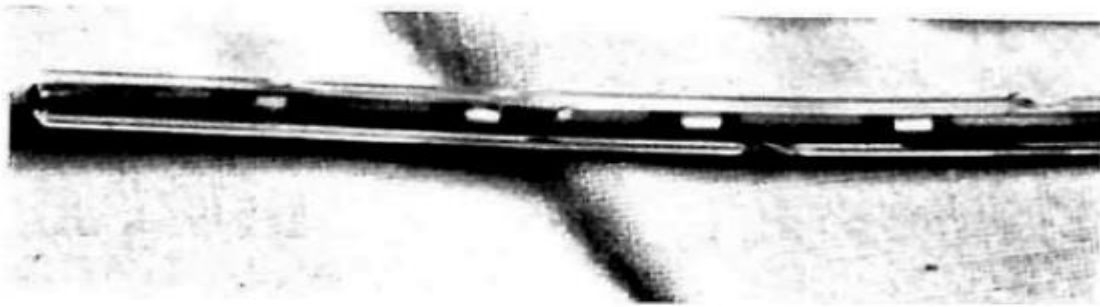
Dans les années 1940, le développement du plastique tels que le polyéthylène et le polyvinyle a permis d'améliorer les endoprothèses et les cathéters, notamment en améliorant leur rigidité et leur efficacité tout en conservant leur flexibilité et la facilité lors de la mise en place.

En 1949, J.P Herdman, de l'université d'Oxford, a examiné la faisabilité de l'utilisation de tubes en polyéthylène dans des uretères coupés en utilisant un modèle animal [45]. Herdman a remarqué l'incrustation des sondes, avec des effets néfastes sur les organes ipsilatéraux rénaux après avoir laissé les sondes en place pendant des durées variables [45].

W.S Tulloch, un chirurgien d'Edimbourg, a pu réparer avec succès une lésion bilatérale des uretères lors d'une hystérectomie, à l'aide de sondes en polyéthylène [46]. Tulloch a remarqué que les sondes en polyéthylène étaient tout aussi propres lors du retrait que lors de la pose après neuf jours de pose à demeure [46].

Plus tard dans le XXe siècle, l'incorporation de l'élastomère de silicone dans l'industrie des cathéters a amélioré la facilité de la mise en place de la sonde, avec une résistance accrue à l'incrustation et à l'infection en guise d'avantage supplémentaire [47], conduisant ainsi à l'adoption de cathéters en silicone comme « Gold Standard ».

Dans les années 1960, Blum a étudié l'implantation des cathéters en silicone comme prothèse urétérale chez les chiens et n'ont constaté aucun signe d'incrustation après une pose de plusieurs mois, encourageant ainsi Paul D. Zimskind en 1967 de placer des tubes de silicone en guise d'endoprothèse urétérale par le biais de cystoscope (figure 9). Zimskind a traité avec succès 13 patients qui présentent une obstruction d'origine maligne, fistules urétéro-vaginales et les sténoses urétérales en laissant les endoprothèses en silicone jusqu'à 19 mois [48].



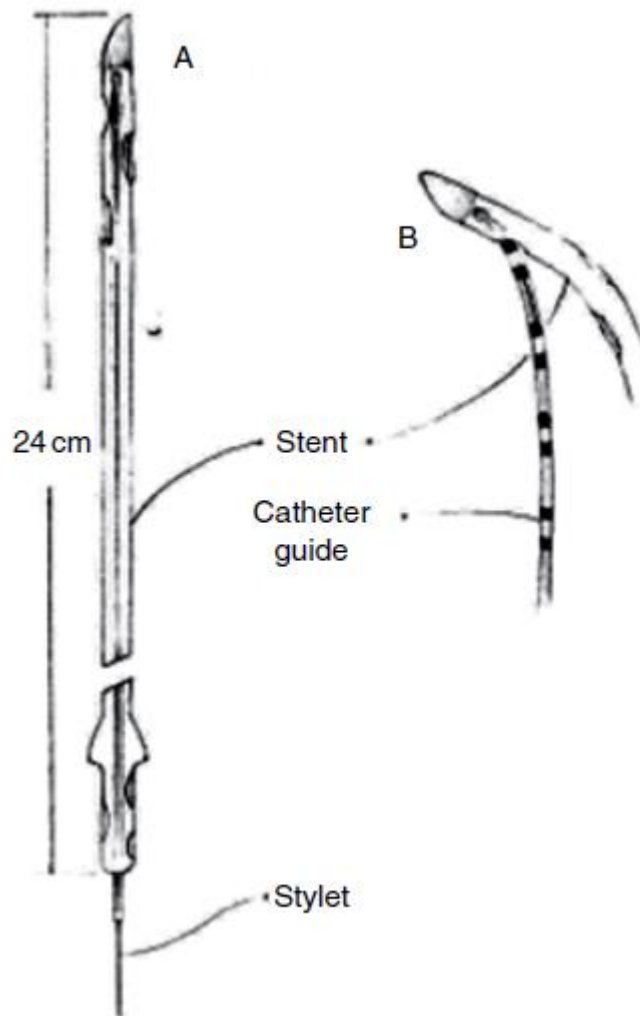
**Figure 9.** Endoprothèse urétérale utilisée par Zimskind.

En 1970, Marmar a produit une endoprothèse en silicone avec une pointe proximale fermée facilitant ainsi sa mise en place cystoscopique sur guide [49], tandis qu'Orikasa et ses collègues du Japon ont pu modifier la technique de Marmar, la rendant plus efficace à l'aide d'un tube en polymère dur qui agit comme un poussoir, qui permet de maintenir l'endoprothèse lors du retrait du guide [50]. (Figure.10).



**Figure 10.** Poussoir avec bout radio-opaque.

Ultérieurement les avancées se sont focalisées sur le maintien de l'endoprothèse après la mise en place cystoscopique, et donc en 1974 l'endoprothèse de Gibbons (figure.11) a vu le jour empêchant la migration distale de l'endoprothèse par des barbes acérées le long de la tige ainsi qu'une bride distale pour prévenir la migration proximale, mais ces améliorations ont augmenté le diamètre de l'endoprothèse la rendant plus difficile lors de la mise en place, tandis que le système de bride pour prévenir la migration proximale était un échec. [51]



**Figure 11. Illustration originale de l'endoprothèse de Gibbons [51]**

En 1978, Hepperlen et *al.* , ont décrit une nouvelle endoprothèse en polyéthylène avec une boucle proximale en queue de cochon, et une bride distale qui a pu prévenir efficacement la migration proximale tout en préservant la facilité de l'insertion par la conservation d'un diamètre adéquat (6Fr). La nouvelle technique de placement démontrée par Heppetlen et *al.* s'est appuyé sur le passage initial d'un guide en téflon par voie endoscopique jusqu'au bassin rénal avant la pose de de l'endoprothèse sur le guide constituant ainsi la base de la technique moderne de la mise en place des sondes. [52]



En 1978 Roy Finney fait part de son expérience en utilisant de nouvelles sondes double J en silicone [57], cette dernière peut être posée par voie endoscopique ou par une chirurgie à ciel ouvert. Les extrémités des sondes double J ont été façonnées dans des directions opposées (figure.12) de sorte que la boucle proximale peut s'accrocher au bassin rénal, tandis que la boucle distale s'enroule à l'intérieur de la vessie. Cette sonde a permis de prévenir la migration proximale, et en surélevant le bout distal de la sonde elle a permis de réduire l'inconfort ressenti, en empêchant la sonde de piétiner le trigone vésical [53].

En 1978 la sonde double J a été acceptée par les urologues du monde entier signant ainsi son succès immédiat.

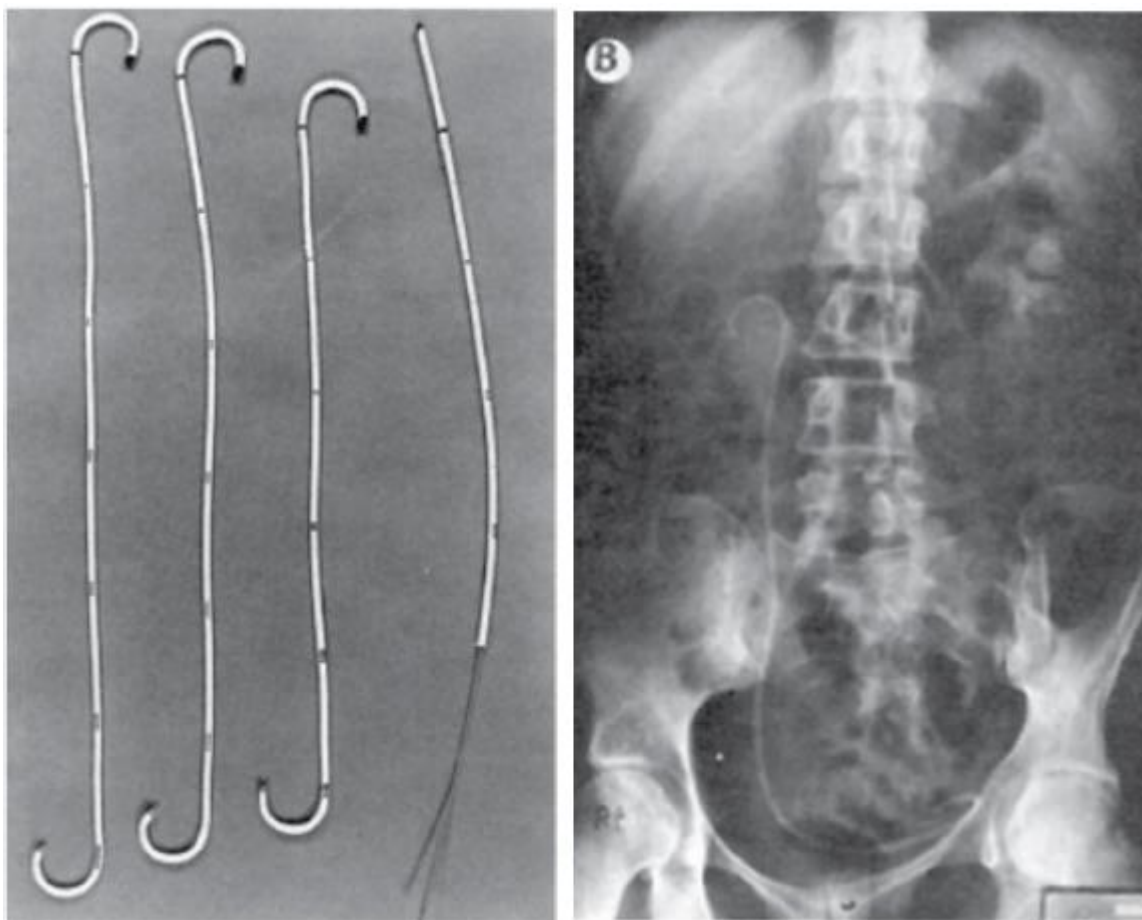


Figure 12. Sonde double J utilisée par Finney.[53]

## II. Différents matériaux des sondes double J :

Au XXe siècle, la naissance de nombreux matériaux polymères a permis le développement de nombreux nouveaux types de cathéters urétéraux, d'endoprothèses, de tubes de néphrostomie et d'autres biomatériaux utilisés dans les voies urinaires. Parmi les matériaux développés, les exemples sont légion citons l'utilisation continue du caoutchouc latex (polyisoprène), ainsi que le polyéthylène, le polychlorure de vinyle, le polyuréthane, le silicone et une myriade de polymères exclusifs [54].

Aujourd'hui, il existe une variété de matériaux que nous utilisons toujours, avec certaines itérations qui remontent à ces matériaux originaux. Ils seront énumérés systématiquement dans les sections suivantes, en se concentrant principalement sur les matériaux des endoprothèses urétérales. Il s'agit du polyuréthane, du silicone, du polyester, des mélanges hydrogel/uréthane/silicone, du polyisobutylène, du polystyrène, de l'acide polyglycolique, du polyméthacrylate et des endoprothèses métalliques. [13]

Les complications associées aux endoprothèses urétérales à demeure ont influencé le choix et l'évolution des matériaux utilisés, ce qui a entraîné des avancées technologiques dans leur conception.

## 1. Silicone et Silitek :

Le silicone a été introduit pour la première fois dans les années 1960 et est composé d'atomes de silicone et d'oxygène alternés. Ce biomatériau considéré comme le « Gold-standard » en termes de compatibilité tissulaire en raison de sa nature non toxique et inerte [55]. Bien qu'il présente la plus grande biocompatibilité, on a constaté que son efficacité de drainage est plus faible que celle des autres matériaux [56]. En raison de sa surface uniforme, il y a peu d'irrégularités qui offrent un pied-à-terre aux bactéries et aux calculs.

En termes d'incrustation, l'incidence des calculs de struvite et de phosphate de calcium hydroxyapatite est moindre que celle des matériaux à base de polyuréthane. Cependant ce matériau est toujours sujet à l'incrustation de calculs de carbonate de calcium et d'oxalate de calcium [57,58].

Globalement, le taux d'adhésion bactérienne est plus élevé avec ce matériau qu'avec le polyuréthane. Ce fait, associé au coefficient de friction élevé du silicone, a conduit à ne pas utiliser le silicone pur comme endoprothèse. Des revêtements diminueraient ce phénomène tel que les revêtements de lécithine, de citrate d'argent et de silicone liquide, et c'est ainsi que le mélange de polymères est devenu courant.

Un exemple en est le Silitek (ACMI/Olympus, Southborough,MA), un copolymère de polyester qui est ferme et résiste donc à la compression extrinsèque. Cependant, il a également été démontré qu'il présentait des taux d'adhésion bactérienne plus élevés [59].

## 2. Polyuréthane :

Le polyuréthane appartient à une classe de polymères de condensation. Il est polyvalent et peu coûteux par rapport à de nombreux autres matériaux pour endoprothèses. Parfois connu comme le polymère de troisième génération, il a remplacé le polyéthylène dans les années 1980 et a été largement utilisé, dû à la nature instable du polyéthylène dans l'environnement urinaire qui le rendait sujet à des fractures. [13]

Le polyuréthane est chimiquement composé d'un squelette de groupes carbamate avec des liaisons uréthane. Il est créé à partir d'une réaction entre un polyol et un diisocyanate. Le polyuréthane a tendance à s'incruster davantage que le silicone, principalement à cause de l'oxalate de calcium, de la struvite et de l'hydroxylapatite [57,60].

En termes d'adhérence bactérienne, *E.faecalis* est observé plus fréquemment, tandis que l'*E.coli* moins fréquemment, par rapport au silicone. Sans surprises le taux d'incrustation est significativement plus élevé chez les patients qui ont des antécédents d'urolithiase comparativement à ceux qui ne l'ont pas [60,61].

En ce qui concerne les propriétés mécaniques, les fractures sont le plus souvent observées au niveau des trous de drainage. De plus, il a été conclu que l'urine s'écoule principalement autour de ces sondes creuses, plutôt que de les traverser [62].

Le polyuréthane pur pose un certain nombre de problèmes qui ont limité son utilisation moderne. Il est connu pour provoquer des modifications durables de l'urothélium, notamment des ulcérations et des érosions urothéliales [63,64]. L'incrustation et l'adhésion bactérienne peuvent également poser problème. Il a été démontré que cela avait un effet néfaste sur la fonction rénale. Ainsi, en dépit de ses

bonnes propriétés mécaniques, de sa biocompatibilité et de sa faible incidence de migration ou de fractures, le polyuréthane pur présente de nombreuses lacunes qui ont nécessité des modifications avant d'être largement accepté, constituant un tremplin au mélange de polymères et à des revêtements spéciaux.

### **3. Polyuréthane modifiés et matériaux exclusifs :**

Tecoflex est un polyuréthane aliphatique à haute radio-opacité. Sa propriété d'assouplissement peu de temps après son insertion a conduit à son utilisation. Cependant on a constaté qu'il s'incrétait fortement d'oxalate de calcium monohydraté, de protéines et d'acide urique. L'endoprothèse urétérale Quadra-Coil Multi-Lenght (Olympus), recouverte d'un revêtement hydrophile, est un exemple d'endoprothèse construite avec du Tecoflex. [13]

Chronoflex et Hydrothane sont des polyuréthanes modifiés. Aucun d'autre eux n'est actuellement en production commerciale. Un autre matériau expérimental datant de la fin des années 1990, Aquavene (Menlo care, Menlo Park, CA, USA) est fabriqué à partir d'un mélange de polymère hydrophile et d'un mélange uréthane/silicone/polychlorure de vinyle. Groman et *al.* ont décrit la capacité de la sonde à s'assouplir lorsqu'elle est hydratée, tout en étant plus ferme lorsqu'elle est sèche. Dans une étude de flux urinaire simulé sur 24 semaines, elle présentait une résistance supérieure à l'incrustation et blocage intraluminal, mais cette étude a été réalisée avec de l'urine artificielle et non in vivo [65].

Le Percuflex est un copolymère bloc oléfinique breveté (Boston Scientific, Natick, MA, USA) qui s'assouplit et devient flexible à température ambiante [66]. Il présente des taux d'incrustation similaires à ceux du polyuréthane et des profils d'adhérence tout aussi similaires (*Enterococcus spp.*) bien que ses caractéristiques physiques soient meilleures [66].

Les fabricants proposent une variété d'autres produits utilisant ce matériau, dont certains sont dotés d'un revêtement hydrophile, d'un double duromètre, de boucles de vessie plus souple. Le marché des endoprothèses urétérales est aujourd'hui assez saturé de mélanges de polyuréthane modifiés et de « matériaux exclusifs », qui peuvent inclure une variété de mélanges de polymères qui restent souvent la propriété du fabricant. Un autre polymère polyuréthane modifié utilisé aujourd'hui est le Sof-Flex (Cook Medical, Bloomington, IN, USA). Les avantages de ce polymère propriétaire incluent une faible surface de friction, mais il est sujet à l'incrustation de carbonate de calcium et d'oxalate [66].

Un autre polymère utilisé par Cook Medical dans la production des sondes est le C-flex. Il s'agit d'un mélange de copolymères séquencés styrène/ éthylène/ butylène/ Styrène. Il a l'avantage d'être très résistant aux forces de compression externes, mais n'est efficace que dans un environnement exempt de protéines [67,68]. L'urine qui elle contient des protéines, impose davantage de modifications pour cette sonde.

Un autre exemple de mélange de polyuréthane modifié et de matériaux exclusifs dans la composition d'une endoprothèse est le mélange de polytétrafluoroéthylène (PTFE) et de matériaux exclusifs dans les endoprothèses Inlay et Inlay Optima (Brad Medical, Covington, Ga, USA). Ces derniers ont une tendance moindre à l'incrustation par rapport aux autres matériaux. Ces endoprothèses sont également dotées d'un revêtement exclusif qui facilite la mise en place, et réduit l'accumulation de sel, appelé « PHreeCoat ». [13]

D'autres mélanges de polymères et de polyesters ont été étudiés tels que des mélanges de polycaprolactone (PCL) et polyvinylpyrrolidone (PVP), des polymères vinyliques comme le polyméthacrylate de méthyle (PMMA). Aucun de ces matériaux n'est actuellement utilisé dans les endoprothèses urétérales disponibles dans le commerce, probablement en raison de leurs propriétés physiques indésirables [69].

#### **4. Endoprothèses métalliques :**

Il existe plusieurs types d'endoprothèses métalliques, notamment les endoprothèses en nitinol recouverts de polytétrafluoroéthylène auto-expansibles, les endoprothèses thermoexpansibles et les endoprothèses en alliage de nickeltitane expansibles par ballonnet. L'un des principaux défis des endoprothèses métalliques est le taux élevé de migration dû à l'incapacité du revêtement du matériel à ancrer correctement la sonde. [13]

Une des sondes commercialisées fait d'un alliage de nickel-cobalt-chrome-molybdène (Resonance, Cook Medical), peut être explorée par l'imagerie à résonance magnétique (IRM) si des paramètres spécifiques sont respectés. Ces sondes sont préférées chez les patients présentant une obstruction maligne et nécessite une surveillance par le biais de l'imagerie. [13]

La mise en place et le changement de ces sondes peuvent être plus difficiles que ceux des sondes en polymère, mais des études ont montré que la force extrinsèque nécessaire pour les comprimer est nettement supérieure à celle des sondes Silhouette, Sof-curl, Percuflex et Polaris Ultra [70].

Cette sonde a été commercialisée pour permettre des durées d'implantation allant jusqu'à un an, mais nécessite une surveillance rigoureuse afin de détecter tout signe d'incrustation.

Dans une étude multicentrique, l'incrustation était difficile à visualiser sur un cliché d'arbre urinaire sans préparation (AUSP) en raison de la radio-densité des endoprothèses. Par conséquent si une incrustation est cliniquement suspectée (infection urinaires récurrentes, augmentation des symptômes liés à l'endoprothèse, aggravation de l'hydronéphrose), une cystoscopie peut être indiquée pour mieux évaluer le degré d'incrustation sur la boucle distale. [71]

## 5. Revêtements :

Afin d'essayer de réduire l'incidence de l'incrustation et de l'adhérence bactérienne, divers composés ont été utilisés. Chacun présente des avantages et des inconvénients inhérents.

Le premier, l'acide hyaluronique, est un glycosaminoglycane et un inhibiteur naturel de la croissance, de la nucléation et de l'agrégation des sels. C'est ce qui l'a amené à être utilisé comme revêtement pour le polyuréthane par le biais d'une modification de surface activée par plasma. In vitro, il a démontré une diminution de l'adhésion des cellules bactériennes et l'incrustation par rapport au revêtement en silicone [72,73]. Cependant, il n'existe pas d'essais cliniques in vivo pour valider l'efficacité, et à ce jour, il n'a pas été utilisé dans des applications cliniques d'endoprothèse [66].

Un autre revêtement expérimental est appelé hydrogel. Il s'agit d'un polymère hydrophile qui permet l'ancrage de molécules d'eau à la surface de l'endoprothèse.

Les endoprothèses revêtues d'hydrogel ont amélioré la biocompatibilité, l'hydrophilisation et la lubrification du substrat [74]. Les endoprothèses enduites d'hydrogel ont été plongées dans diverses solutions antibiotiques et ont conservé leurs propriétés antibactériennes [75].



Parmi les autres revêtements utilisés, citons les réseaux séquentiels de polymères interpénétrés (SIPN), l'héparine, l'argent, la polyvinylpyrrolidone (PVP) et le carbone de type diamant (DLC). Ils ont pour objectif d'augmenter le pouvoir lubrifiant, de réduire la formation de biofilms et de diminuer l'incrustation. L'efficacité clinique in vivo de la plupart d'entre eux est mitigée ou n'a pas été rapportée à ce jour [66].

## **6. Orientations futures : Matériaux biodégradables et changements dans la conception :**

Les matériaux et polymères biodégradables sont à la pointe de la technologie en matière de conception d'endoprothèses urétérales. Les plus remarquables sont les TUDS (Temporary Ureteral Drainage Stents), le PGA (l'acide polyglycolique) et le PLA (l'acide polylactique). Les TUDS « Temporary Ureteral Drainage Stents » (Boston Scientific), sont composés d'un matériau polymère breveté. Elles ont été conçues pour permettre un drainage sans intervention pendant 48 heures après une urétéroscopie non compliquée, sans aucune intervention pour le retrait. [76]

Une autre endoprothèse biodégradable, Uriprene TM, a été développée. Semblable aux fils de suture résorbable, elle est composée de deux couches : une maille extérieure hydrophobe qui se dissout rapidement, et une bobine interne qui elle prend plus de temps à se dissoudre et qui fournit une structure. [77]

Un autre matériau biodégradable est l'acide polylactique (PLA). Le PLA est un polyester aliphatique qui a été testé sur des chiens pour évaluer les changements de la fonction rénale pendant le processus de biodégradation. De même, l'acide polyglycolique (PGA) est un polymère thermoplastique linéaire d'acide glycolique. Aucune incrustation ni adhérence de biofilm n'a été observée sur la sonde en PGA, mais ses propriétés mécaniques médiocres ont limité son utilisation. A noter que ces

sondes n'ont pas été testées chez l'homme et ne sont pas actuellement en production commerciale [78].

## **7. Tissus autologues et tissus d'ingénierie :**

Ces dernières années, l'utilisation de l'intestin grêle pour le remplacement chirurgical de segments urétraux a été étudiée chez le porc. Les résultats étant mitigés, cette étude reste purement expérimentale [79]. Des sondes issues de l'ingénierie tissulaire ont également été étudiées. Des chondrocytes d'épaule de bovins fabriqués sur un échafaudage en maille d'acide polyglycolique ont été examinés à la fois in vitro et in vivo, et il a été démontré qu'elles pouvaient résister à des degrés élevés de pression [80]. Ces résultats sont prometteurs pour la conception des futures endoprothèses.

Les endoprothèses urétérales ont une histoire riche et ont connu de nombreuses années d'évolution et d'innovation. Cependant, la morbidité associée à leur utilisation reste importante. Des problèmes tels que l'incrustation et l'adhésion bactérienne persistent malgré les progrès réalisés dans les matériaux et les revêtements des endoprothèses. [13]

Actuellement, les endoprothèses les plus couramment utilisées sont composées de mélanges de polyuréthane modifié. Les endoprothèses métalliques ont fourni une autre option pour les patients présentant une compression extrinsèque, bien qu'elles ne soient pas non plus exemptes de défauts. [13]

Les endoprothèses biodégradables pourraient constituer à l'avenir une option pour les patients nécessitant la pose systématique d'une endoprothèse à court terme, mais des inquiétudes subsistent quant à leur dégradation incomplète. Le développement continu de nouveaux matériaux et revêtements conduira probablement à de nouvelles options de produits dans les décennies à venir. [13]

**Tableau 2. Avantages et désavantages des différents biomatériaux. [13]**

<u>Matériau</u>	<u>Produits commerciaux</u>	<u>Avantages</u>	<u>Désavantages</u>
Silicone	Silitek	Meilleure biocompatibilité  Faible incidence des calculs de struvite et de phosphate de calcium hydroxyapatite  Forte résistance aux compressions extrinsèque	Efficacité de drainage moindre  Forte incidence de calculs de carbonate de calcium et d'oxalate de calcium  Forte adhésion bactérienne
Polyuréthane modifié	Tecoflex  Percuflex  Sof-Flex    Inlay/Optima  C-Flex	Vitesse d'assouplissement - facilité d'insertion  Souple et lisse, meilleure caractéristique physique  Faible coefficient de friction    66 % - 79% moins d'incrustation  Résistance accrue aux forces extérieure	Incrustation sévère à l'oxalate de calcium monohydraté, et d'acide urique  Résistance moindre à la compression  Forte incidence de calculs de carbonate de calcium et d'oxalate de calcium Forte adhésion bactérienne    Forte adhésion bactérienne
Alliages métalliques	Resonance	Forte résistance aux compressions extrinsèques	Incrustation difficile à déceler à l'imagerie
Matériaux biodégradable	TUDS  Uriprene	Élimination au bout de 15 jours  Pas de rétention de fragments	Fracture et rétention de fragments  Dissolution complète au bout de 4 mois

### **III. Modifications urétérales sur sonde double J : [81]**

La compréhension des modifications urétérales sur les endoprothèses urétérales double J sont nécessaire pour le choix du type de sonde, il est vrai que les sondes double J entraînent des modifications histologiques ainsi que des modifications urodynamiques que nous détaillons comme suit.

#### **1. Modifications histologiques :**

Après ablation d'une sonde double J, une stase résiduelle peut être observée à l'échographie pendant quelques jours ou semaines, résultat d'un œdème de la sous-muqueuse secondaire à la présence de la sonde dans l'uretère.

#### **2. Modifications urodynamiques :**

Certaines études prétendent que le drainage urinaire se fait plutôt autour de la sonde qu'en intra-luminale [82] posant ainsi problème de compréhension dans le mécanisme de drainage d'une sonde dans les sténoses serrées, les modifications quant à elle varient en fonction du degré de sténose.

##### **1.1. Uretère non obstructif et à obstruction réduite :**

En absence de stase, les urines propulsées par le péristaltisme urétéral coulent en extra-luminale [83]. Selon Mardis [84] les sondes présentant de multiples perforations sur toute sa longueur ont un flux deux fois plus grand que la même sonde avec des perforations pyélique et vésicale. Cependant les sondes multiperforées présentent un problème car l'onde péristaltique comprime le flux urinaire et le dirige vers la lumière de la sonde et n'est plus propulsé vers la vessie.

Dans un premier temps une élévation de la pression intrapyélique et une élévation du péristaltisme urétéral sont observées après la mise en place d'une sonde double J. Ces derniers diminuent avec le temps, avec un élargissement de la lumière urétérale. [85]

Un reflux vésico-urétéral par le biais de la lumière de la sonde par la transmission de la pression intravésicale aux cavités pyélocalicielles après mise en place de la sonde double J. Ce reflux peut être mis à profit pour un contrôle radiologique de positionnement ou de perméabilité de la sonde lors d'une cystographie rétrograde. En pratique, le bon drainage urinaire de la sonde doit être fait lors du contrôle échographique à vessie vide.

### **1.2. Uretère obstructif :**

Dans un uretère obstructif, l'urine ne peut s'écouler que par la lumière de la sonde [148]. In vivo, plus la sténose est proximale, plus le flux est réduit. L'écoulement est fonction de la longueur de la sonde et de son diamètre luminal (lois de Poiseuille), d'où l'avantage vraisemblable des sondes multiperforées sur toute leur longueur (mais le flux endo-exo-luminal est alors un effet négatif). Conséquence également pour les sténoses proximales, la sonde doit être plus grosse pour faciliter l'écoulement hydrostatique [84].

En contrepartie, le reflux vésico-urétéral par la sonde est facilité et la pression vésicale transmise aux cavités pyélocalicielles. En cas de fistule urinaire urétérale ou de fonction rénale précaire ne récupérant pas sous sonde urétérale double J, ces phénomènes d'augmentation de pression au-dessus de l'obstacle associés au reflux « iatrogène » doivent imposer la mise en place d'une sonde vésicale [83] ou une sonde mono J.

#### **IV. Indications de la montée de sonde :**

Les endoprothèses urétérales permettent d'assurer l'écoulement des urines vers la vessie de façon préventive, curative ou palliative [86]

La pathologie lithiasique demeure l'indication la plus fréquente afin d'éviter une insuffisance rénale obstructive ou encore une pyélonéphrite.

La sonde double J peut également être mise en place en post lithotritie intra- ou extra- corporelle afin d'éviter une colique néphrétique secondaire à l'obstruction urétérale par les débris des calculs fragmentés.

Les sondes JJ peuvent également être mises en place après ablation tumorale rénale ou urétérale, dans les rétrécissements de l'uretère, ou lors des compressions extrinsèques de l'uretère.

#### **V. Technique de mise en place d'une sonde double J: [81]**

C'est une technique radiochirurgicale qui est réalisée sous rachianesthésie, anesthésie générale, locale [151] ou neuroleptanalgie. Une table de radiographie avec amplificateur de brillance ou une unité mobile de fluoroscopie est indispensable.

##### **1. Examen complémentaires préopératoires :**

###### **1.1. Examens biologiques :**

A la recherche d'une anémie une hyperleucocytose, des troubles de coagulation ou un trouble hydroélectrolytique, qui peuvent nécessiter une dialyse préopératoire ou une transfusion sanguine, un bilan sanguin minimal fait de numérotation formule sanguine, bilan de crase, urée, créatinine, glycémie, ionogramme doit être réalisé.

## 1.2. L'imagerie :

En urologie l'échographie rénovésicale est le premier examen mettant en évidence la stase urinaire. Une tomodensitométrie (TDM) ou une imagerie par résonance magnétique (IRM) peuvent compléter le bilan étiologique qui demeure important pour poser les indications.

## 2. Positionnement du patient :

En décubitus dorsal, en position de la taille tout en contrôlant les points d'appui (escarres). L'inclinaison en Trendelenburg ou anti-Trendelenburg est variable suivant les chirurgiens (8-10°).

## 3. Technique standard :

Cette technique constitue la technique la plus sûre et la plus efficace pour un chirurgien débutant, malgré le fait qu'elle soit plus onéreuse et technique :

- Vérification de l'indication.
- Positionnement du patient en position de taille.
- Désinfection locale et champage.
- Introduction du cystoscope muni du levier d'Albaran, optique 70°.
- Cystoscopie systématique et minutieuse de la vessie.
- Repérage des orifices urétéraux (Figure. 13)
- Introduction de l'extrémité d'une sonde urétérale dans l'orifice de l'uretère en stase [152] (Figure. 14)

La sonde avec extrémité de type Tiemann à orifice central est préférée pour sa légère courbure, donnant ainsi une plus grande « dirigeabilité », permettant ainsi de passer des coudures ou des siphons. Durant toutes les manœuvres réalisées, l'endoscope doit être tenu fermement au contact immédiat de l'orifice urétéral (maximum 1 cm) et dans l'axe de l'uretère terminal, pour éviter la formation de

boucles du guide ou de la sonde dans la vessie. L'introduction s'effectue, sans forcer, sur quelques millimètres pour réaliser sans grande pression l'injection manuelle à la seringue de quelques millilitres (5-10 ml, ou jusqu'à visualisation de l'obstacle) de produit de contraste radio-opaque dilué (au demi) pour l'urétéropyélographie rétrograde. Il faut éviter les extravasations de produit de contraste et les ruptures du fornix, et ne jamais chercher à passer en force l'obstacle à l'aide du produit de contraste. La pyélographie rétrograde permet de se faire une « image » de l'uretère et de l'orientation du bas uretère, de poser éventuellement un diagnostic étiologique (lithiase, tumeur), de visualiser le niveau et la sévérité de l'obstacle à franchir.

Deux situations sont possibles. En l'absence de passage du produit de contraste, il est peu vraisemblable qu'une sonde ou un guide passe, et il vaut mieux passer rapidement à la néphrostomie percutanée. Néanmoins, en cas de compression extrinsèque (adénopathie), en l'absence d'infiltration tumorale (à la TDM), il est légitime de faire un essai de passage avec un guide hydrophile. Il faut amener la sonde urétérale à bout Tiemann au contact de l'obstacle et tenter, par des manœuvres répétées de modification de l'orientation de la sonde urétérale et de la pression exercée sur le guide, de faire passer le guide au-dessus de l'obstacle [152]. En cas de passage de produit de contraste, le levier d'Albarran permet d'aligner la sonde dans l'axe de l'orifice à cathétériser. Puis la sonde est avancée jusque sous l'obstacle. Le guide à extrémité flexible, de préférence hydrophile et légèrement courbé (Figure.15), est poussé jusqu'à apparaître à la pointe de la sonde puis à travers l'obstacle. Seul le guide est alors poussé en avant dans l'uretère, et sa progression suivie sous fluoroscopie, en bénéficiant de l'opacification urétérale rétrograde préalable. Dès que le guide a franchi l'obstacle, la sonde urétérale est poussée jusque dans le bassinnet. Le guide hydrophile est alors retiré pour permettre,



à l'aide d'une seringue, de prélever un échantillon d'urine pour un examen cytobactériologique. Ceci apporte également un délestage de la pression et évite lors de la pyélographie de contrôle de provoquer une rupture du fornix ou une translocation bactérienne. L'opacification rétrograde par la sonde urétérale confirme la bonne position de celle-ci dans les cavités. Son extrémité supérieure doit se trouver dans le bassinet ou la tige calicielle supérieure, mais sans dépasser le fond de celui-ci, une sonde trop poussée dans le rein pouvant être responsable d'hématurie. La position idéale étant légèrement au-dessus de la jonction pyélo-urétérale. On met ensuite en place un guide simple non hydrophile pour éviter les déplacements involontaires dus à l'extrême réduction du facteur de frottement du guide hydrophile. On retire la sonde urétérale tout en maintenant le guide en position pyélique par contrôle fluoroscopique. On met alors en place la sonde double J (l'usage de sondes hydrophiles ou à surface traitée est avantageux pour le passage de la sténose). Si l'on ne dispose pas de ces matériaux, le silicone médical en spray est une bonne alternative. La sonde est montée sur le guide et introduite dans le cystoscope.

L'instrumentiste maintient le fil-guide de telle façon que, lors de la montée de la sonde double J, il ne soit pas entraîné avec le risque de perforation que cela induit.

La sonde est alors poussée, d'abord manuellement, puis à l'aide d'un poussoir, sous contrôle optique (repères sur la sonde) et radioscopique (positionnement au niveau du bassinet). Dès que la sonde double J atteint le bassinet, le guide est retiré de quelques centimètres pour voir en fluoroscopie le début de l'enroulement par effet mémoire. Dès que l'enroulement dans le bassinet est satisfaisant, le guide est retiré complètement. Pour larguer la sonde double J, sans la faire remonter dans l'uretère, on change l'orientation du cystoscope en ciblant le méat urétéral controlatéral tout en enfonçant le poussoir. Lorsqu'il apparaît dans le champ optique, l'extrémité vésicale

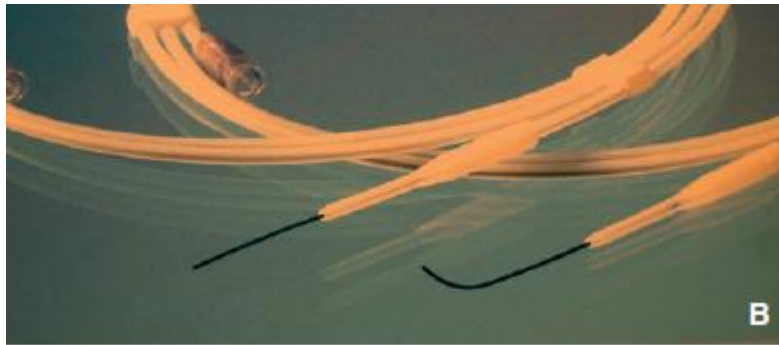
de la sonde a quitté le cystoscope et est larguée. On contrôle le bon positionnement de la sonde dans la vessie et le pyélon avec réalisation de clichés fluoroscopiques de référence.



**Figure 13.** Repérage de l'orifice urétéral gauche. [81]



**Figure 14.** intubation urétérale avec le guide hydrophile [81]



**Figure 15.** Guide monofil hydrophile à extrémité droite et en J [81].

## **VI. Complications tardives : [81]**

La durée d'implantation constitue l'un des facteurs de risque les plus importants dans les complications tardives

### **1. Incrustation :**

Il constitue le risque majeur et varie d'un patient à l'autre. Un malaise, fièvre, douleurs, réduction de la diurèse sur rein unique, doivent faire suspecter une incrustation.

### **2. Lithiase :**

Conséquence de l'incrustation, elle peut toucher les deux boucles proximale ou distale, posant ainsi un problème lors du changement de sonde. Pour la boucle distale, la désintégration du calcul peut se faire à l'aide des méthodes habituelles de lithotritie endoscopique. La boucle proximale quant à elle nécessite une lithotritie extra-corporelle ou une néphrolithotomie percutanée sur calcul pyélique.

### **3. Douleurs ou sensations désagréables du flanc :**

Malgré les avancées actuelles dans la conception des sondes, certains patients ressentent une gêne désagréable, voire une douleur sourde continue du flanc homolatéral au sondage. Les anticholinergiques et/ou anti-inflammatoires non stéroïdiens constituent le traitement de base.

### **4. Troubles irritatifs vésicaux :**

Après élimination d'une cystite bactérienne, des ténesmes vésicaux sont constatés dans 7% des cas et sont liés à la boucle distale qui irrite directement le col ainsi que le trigone vésical. Le traitement fait appel aux anticholinergiques.

### **5. Reflux vésico-urétéral :**

Source de pyélonéphrite récidivantes ou de douleurs rénales lors des mictions. Le reflux vésico-urétéral est pratiquement permanent du fait que le drainage met en rapport direct la pression vésicale avec celle des cavités pyélo-calicielles. Les mesures visant à réduire ce phénomène font appel à une vidange vésicale fréquente (toutes les deux heures), sans poussée abdominale, à pression réduite (miction en position assise) [89].

### **6. Incontinence urinaire :**

Cette complication survient presque exclusivement chez la femme, l'extrémité vésicale de la sonde s'engage spontanément dans l'uretère lors d'une miction. Une fibroscopie sous anesthésie locale permet un repositionnement sans problème.

### **7. Hématurie :**

Conséquence du frottement de la boucle proximale lors des mouvements respiratoires, au frottement de l'enroulement vésical sur la muqueuse ou suite à une infection. C'est une hématurie plus ou moins importante et persistante. Un examen cytobactériologique des urines est nécessaire ainsi qu'un éventuel traitement anticoagulant.

### **8. Ruptures de sonde, à long terme :**

Bien que rare, elle est secondaire dans la majorité des cas à un matériel défectueux.

### 9. Fistule urétéro-artérielle :

C'est l'apanage des patients irradiés portant des sondes double J à demeure sur de longues périodes [90]. Le traitement fait appel à l'application d'un stent endoartériel clos (Figure.16)



Figure 16. Fistule urétéroartérielle sur sonde double J

## VII. Changement de sonde : [81]

Le changement d'une sonde double J doit toujours se faire en connaissance de l'étiologie de l'obstacle, des éventuels problèmes qu'il y a eu lors de la pose (pose sans difficulté, sténose franchissable avec ou sans difficulté, obstacle lithiasique après LEC) et de la situation actuelle (sonde incrustée par exemple). Bien qu'effectué sous contrôle radioscopique, il est plus prudent de réaliser le changement de la sonde double J en le combinant simultanément avec le contrôle optique via cystoscopie. Il est très tentant chez la femme, dont l'urètre est court, de faire le changement de sonde par la technique de Seldinger et uniquement sous fluoroscopie. Le risque de perte de sonde dans le haut appareil urinaire n'est pas négligeable. Dans les poses simples et/ou avec obstacles faciles à franchir, on peut procéder à l'ablation complète de la sonde et à la repose d'une nouvelle sonde selon la technique standard (cf. supra). Dans les poses difficiles, avec fausse route, sténose serrée, coudures, siphons multiples, ou drainage provisoire avec une simple sonde urétérale en attendant une amélioration de la situation locale, deux techniques sont possibles.

La première technique consiste à extraire la sonde double J jusqu'au méat urétral, en prenant soin de laisser l'extrémité proximale de la sonde dans le haut appareil urinaire ou au moins au-dessus de la sténose. Un guide simple est alors monté jusqu'au bassinnet à travers la sonde, qui est ensuite retirée :

- Avant l'introduction du cystoscope dans l'urètre, le poussoir de la nouvelle sonde double J est placé dans le canal opérateur du cystoscope. Le guide est passé d'une manière rétrograde dans le cystoscope à travers le poussoir. Le poussoir est retiré, puis le cystoscope introduit sur guide dans la vessie, sous contrôle visuel.

- Alternativement, l'usage d'un cystoscope compact qui permet, après avoir enfilé le guide hors de l'urètre, de le suivre sous contrôle visuel. Alternativement plus délicate et pour opérateur plus expérimenté, dans les cas d'urétrorragie ne permettant pas de contrôle visuel : la gaine du cystoscope est remise en place sur le guide et poussée jusqu'à la vessie en respectant le trajet anatomique. La gaine glisse spontanément jusqu'à la couture bulbomembranaire. Sous légère poussée prograde, on abaisse le fermoir et la gaine glisse sans problème dans la vessie. Le guide est chargé sur le levier d'Albarran abaissé. De cette manière, le guide ne peut s'échapper de l'Albarran qui « racle » la gaine. C'est le seul moyen d'éviter un enroulement autour de l'optique et de l'Albarran qui rend alors impossible la montée de sonde.

Le cystoscope est mis en place dans l'axe de l'uretère et la nouvelle sonde est positionnée comme dans la technique standard.

La deuxième technique est à utiliser si la sonde est incrustée, la lumière obstruée, le guide ne passant pas par la lumière de la sonde. Le cystoscope est introduit dans la vessie et un guide hydrophile est monté entre le méat urétéral et la sonde double J à changer jusqu'au pyélon. L'ancienne sonde double J est extraite et une nouvelle sonde est montée sur le guide selon la même méthode que décrite dans la première technique.

Dans certains cas, le changement de sonde peut être impossible, une néphrostomie doit alors être mise en place.



# INCRUSTATION DES SONDES DOUBLE J

## **I. Définition et généralité :**

Les endoprothèses urétérales ou sondes double J sont des outils urologiques permettant de stabiliser les uretères et facilitent l'écoulement des urines du rein vers la vessie. [91]

Ainsi les sondes double J ont pour rôle de lever une obstruction urétérale, de permettre une dilatation des uretères afin de faciliter une instrumentation, et prévenir une occlusion post-opératoire et ainsi fournir un lit de guérison. [92]

Cependant, la mise en place d'une sonde double J peut être une arme à double tranchant, entraînant potentiellement des effets secondaires et des complications.

L'introduction d'un corps étranger dans les voies urinaires peut entraîner une gêne, une infection et une incrustation de la surface et/ou de la lumière d'une endoprothèse. [93]

Ces complications ont non seulement un impact sur la qualité des soins, mais peuvent également avoir un coût économique important. De multiples interventions supplémentaires parfois avec plusieurs sessions opératoires peuvent être nécessaires pour retirer une sonde incrustée, aux États-Unis 16% des procès en urologie sont liés à des incrustations des sondes doubles J [94].

L'incrustation définie par le dépôt de cristaux minéraux sur la surface et/ou la lumière d'une endoprothèse urétérale, pouvant engendrer de sérieux problèmes, particulièrement pour les sondes à demeure et les sondes oubliées/retenues, ce qui peut se produire dans 13% des cas. [95]

Une fois une sonde double J est incrustée, elle devient calcifiée, fragile, et perd sa résistance à la traction, augmentant ainsi le risque de fracture de la sonde ou d'avulsion urétérale lors du retrait. Ces dépôts de cristaux obstruent la lumière des endoprothèses gênant ainsi le drainage des urines, et interagissent avec l'urothélium des uretères, entraînant ainsi un traumatisme urétéral. [96]

En outre, il a été démontré que la rétention prolongée des endoprothèses urétrales confère un risque accru de la maladie rénale chronique et d'hospitalisation pour infection urinaire voir une septicémie après le retrait de l'endoprothèse. [97]

## **II. Facteurs de risque :**

L'incrustation est le résultat de dépôt des minéraux urinaires à la surface des endoprothèses. Les facteurs de risque sont représentés par la durée d'implantation de l'endoprothèse, la colonisation bactérienne, les facteurs spécifiques au patient et les caractéristiques physiques de la sonde.

### **1. La durée d'implantation :**

Le facteur de risque clé de l'incrustation qui a été démontré à plusieurs reprises est la durée d'implantation de la sonde. Une étude réalisée en 1991 par el-Faqih et al où des endoprothèses en polyuréthane prélevées chez des patients dans une seule institution ont été évaluées et a montré que 9 % des endoprothèses présentaient des signes d'incrustation après 6 semaines, 48 % après 6 à 12 semaines et 77 % après 12 semaines. [98]

En outre, une étude réalisée en 2012 par Kawhara et al a également montré des taux d'incrustation de 27%, 57% et 76% à des intervalles de temps équivalents [9]. 30% des sondes retirées avant 12 semaines présentaient des signes d'incrustation luminale, toutefois seulement 4% des patients présentaient des symptômes d'incrustation [98].

Bien que la durée idéale de l'implantation de la sonde ne soit pas connue pour de nombreuses interventions urologiques, une longue durée d'implantation constitue un réel facteur de risque.

## **2. Le biofilm bactérien :**

Le biofilm bactérien peut également jouer un rôle essentiel dans l'incrustation. Une étude fréquemment citée montre que 90 % des endoprothèses retirées présentent une colonisation par des pathogènes et 55% présentent un biofilm adhérent [100]. Une étude analysant la colonisation bactérienne a démontré que la durée d'implantation était linéairement liée aux taux de colonisation [101].

Les principaux pathogènes sont l'*Escherichia coli*, *Streptococcus* et le *Pseudomonas*, cependant le lien entre la colonisation bactérienne et la formation de biofilm est toujours mal compris, aucun consensus n'est établi montrant si un germe spécifique augmentent le risque d'incrustation, en outre le mécanisme de la précipitation des minéraux et le déclenchement de l'incrustation par la formation du biofilm bactérien reste à ce jour incompris.

## **3. Bactériurie :**

Les comorbidités qui augmentent la susceptibilité à la bactériurie prédisposent également les patients à l'incrustation. Les infections récurrentes des voies urinaires, le diabète sucré et l'insuffisance rénale chronique sont des comorbidités susceptibles d'augmenter la charge bactérienne urinaire, et d'accroître le risque d'incrustation. [102]

## **4. Grossesse :**

Les femmes enceintes présentent un risque élevé en raison de l'hypercalciurie et l'hyperuricosurie associées à la grossesse. Un changement de la sonde toutes les 4 à 6 semaines est fortement recommandé afin de prévenir l'incrustation. [103]

## **5. Facteurs spécifiques au patient :**

Les antécédents lithiasiques, le régime alimentaire, les troubles de l'absorption intestinale et le cancer exercent tous des effets pro-incrustation, en augmentant les concentrations urinaires de calcium, d'oxalate et d'acide urique. Un manque de sensibilisation ainsi qu'une mauvaise observance augmentent naturellement le risque d'incrustation. [99,102]

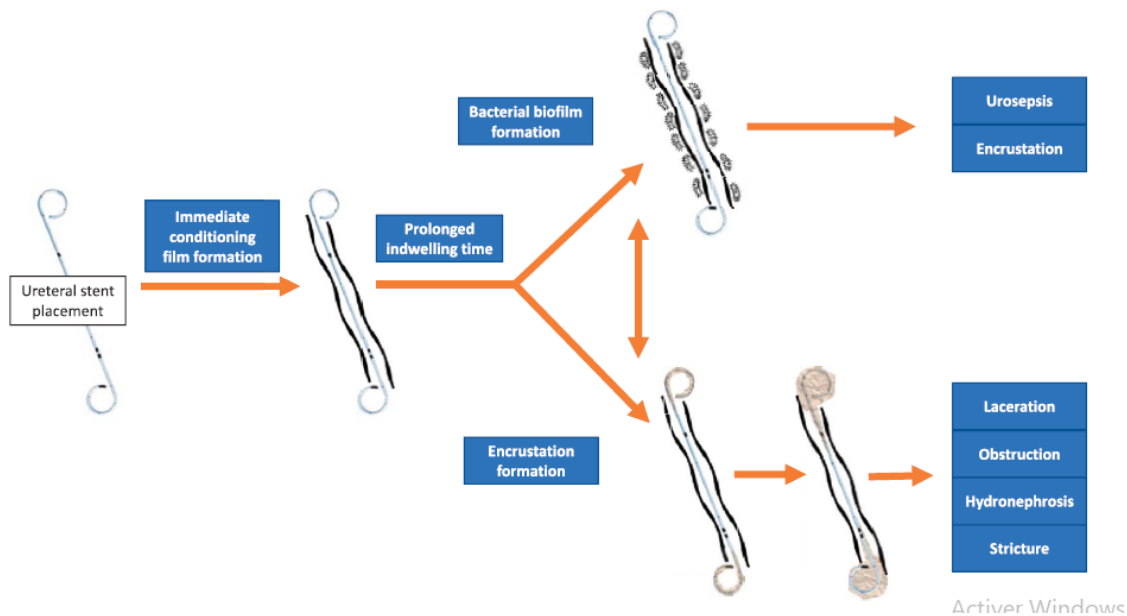
## **6. Caractéristiques physiques de la sonde :**

Le risque d'incrustation est également lié aux caractéristiques de la sonde. Une étude a constaté que si la longueur et la perméabilité de l'endoprothèse n'étaient pas corrélées aux risques d'incrustation, le calibre l'était, plus le calibre est petit plus le risque diminue. [99]

En outre, les matériaux de la sonde influencent de manière significative le risque d'incrustation, différents composés et mélanges de polymères facilitent ou empêchent la formation de calculs à la surface de l'endoprothèse. L'identification des matériaux optimaux pourrait permettre une prise en charge plus personnalisée des affections urologiques nécessitant une montée de sonde dans le futur.

### III. Physiopathologie :

Le mécanisme d'incrustation est complexe et multifactoriel. Une fois la sonde double J est insérée, elle est immédiatement recouverte d'un film composé de glycoprotéines spécifiques à la composition tissulaire et urinaire du patient, potentiellement 3 cas de figure peuvent se produire : 1) la sonde demeure inchangé 2) l'endoprothèse peut être recouverte d'un biofilm bactérien (prédisposant ainsi le patient à l'urosepsie) 3) la sonde peut s'incruster (figure 17) [104,105].



**Figure 17. Mécanisme de l'incrustation des sondes double J [106]**

L'incrustation de l'endoprothèse est invariablement due au dépôt de minéraux à sa surface. L'incrustation peut se produire spontanément en raison de la présence de niveaux élevés de minéraux dans l'urine (comme le calcium, l'oxalate, phosphore) ou peut être catalysée par la présence d'organismes producteurs d'uréase, semblable au mécanisme de formation des lithiases urinaires. Ces organismes (*Proteus*, *Pseudomonas* *Klebsiella*, etc.) transforment l'urée en ammoniac, augmentant ainsi le PH urinaire permettant la précipitation de la struvite ( $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) à la surface des sondes. [107]

Le lien entre l'incrustation et la formation de biofilms bactériens est mal compris. D'une part les biofilms bactériens peuvent faciliter la précipitation des cristaux, permettant ainsi l'incrustation, d'autre part l'incrustation peut servir de nid pour les bactéries et la formation de biofilms bactériens, ce qui peut provoquer une urosepsie [108]. Néanmoins, tout matériel recouvrant une sonde modifie ses caractéristiques physiques inhérentes (c'est-à-dire un film protéique ou un biofilm bactérien), permettant ainsi le dépôt de cristaux sur la surface de la sonde. De plus, plus la durée d'implantation de l'endoprothèse est longue, plus il y a de temps pour que les caractéristiques de la surface changent et que la cristallisation se développe.

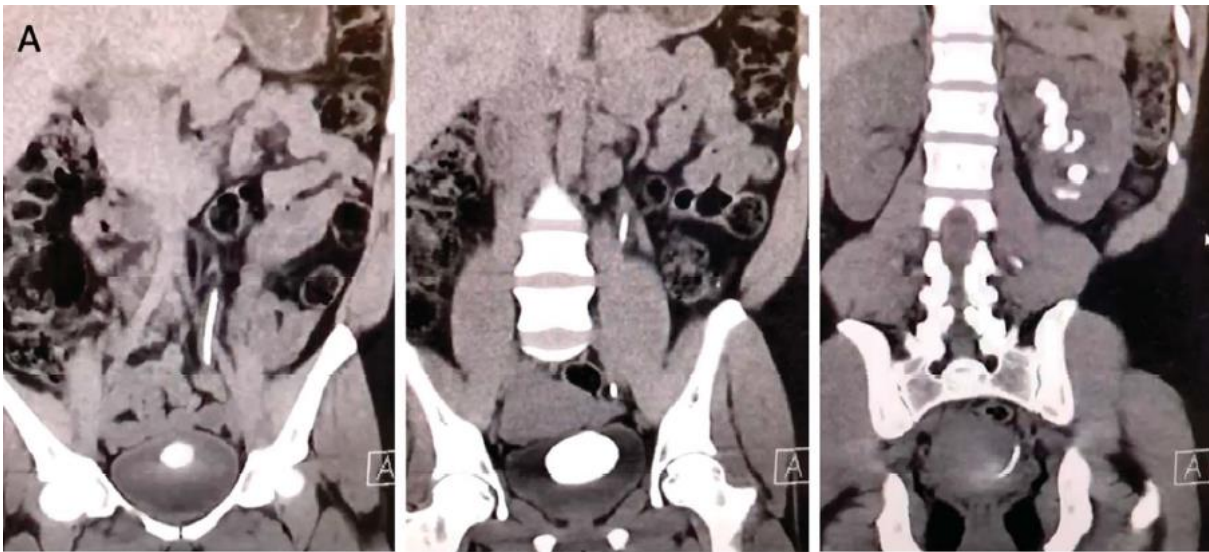
#### **IV. Diagnostic et prise en charge :**

##### **1. Circonstance de diagnostic :**

En raison de la faible spécificité des manifestations cliniques de l'incrustation des sondes double J, celle-ci peut être suspectée devant la perception de malaise ou de douleurs lombaires, la survenue d'une fièvre ou la réduction de la diurèse sur rein unique.

##### **2. Imagerie :**

Bien que la majorité des endoprothèses puissent être retirées sans imagerie préalable. Les patients présentant des facteurs de risque d'incrustation, l'imagerie représente pour eux un élément clé pour l'évaluation de la gravité et la localisation de l'incrustation le long de l'endoprothèse (figure 18). L'AUSP (Cliché de l'arbre urinaire sans préparation) est souvent suffisant pour diagnostiquer l'étendue de l'incrustation. Néanmoins l'échographie ou l'uroscanner peuvent être nécessaires pour évaluer de manière plus précise l'étendue de l'incrustation et développer une stratégie d'extraction d'une sonde incrustée. [109]



**Figure 18.** Coupe coronale d'un uroscanner mettant en évidence l'incrustation de la sonde gauche, un calcul vésical, et un calcul rénal coralliforme [106]



**Figure 19.** Incrustation de sonde double J sur AUSP [106]

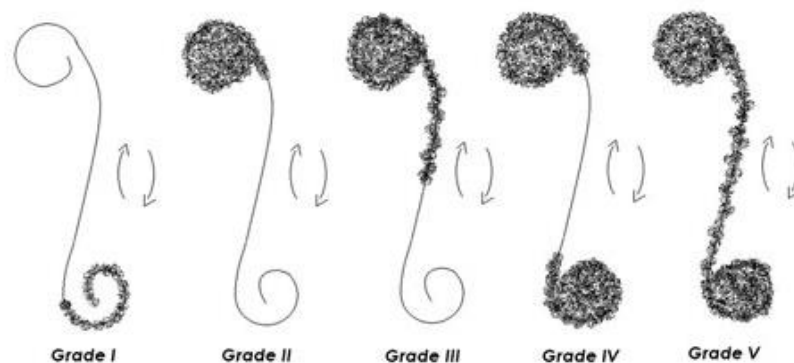


Après avoir défini l'étendue de l'incrustation sur l'imagerie, plusieurs systèmes de classification existent pour définir l'étendue de la pathologie et prédire la complexité chirurgicale du retrait de la sonde.

### 2.1. Le système FECal (Forgotten, Encrusted, Calcified) : [110]

Proposé par Acosta-Miranda et al, le système FECal, a proposé un grading allant de I à V, en fonction de la taille, de la localisation et du degré d'incrustation. (figure19)

- Grade I : Incrustation linéaires minimales le long d'une des deux boucles de la sonde à demeure.
- Grade II : Incrustation circulaire recouvrant complètement l'une des deux boucles de la sonde à demeure.
- Grade III : Incrustation circulaire recouvrant complètement l'une des deux boucles de la sonde ainsi qu'une incrustation linéaire de la portion urétérale.
- Grade IV : Incrustation circulaires recouvrant complètement les deux boucles de la sonde à demeure.
- Grade V : Incrustation diffuses et volumineuses recouvrant complètement les deux boucles ainsi que la portion urétérale de la sonde à demeure.



**Figure 20.** FECal grading system

## 2.2. Le système KUB : [111]

Proposé par Arenas et al ce système permet de classer chaque partie de l'endoprothèse individuellement sur une échelle de 1 à 5 en fonction de l'étendue de l'incrustation.

La boucle proximale (score « K »), la portion urétérale (score « U »), et la boucle distale (score « B »), ces scores sont combinés pour former un score KUB cumulatif (score maximale de 15). (Tableau 3)

Un score KUB élevé est corrélé à un risque accru de formation de calculs après le retrait de la sonde, tandis qu'un score KUB de 9 ou plus a été associé à un risque d'environ quatre fois plus élevé de nécessiter plusieurs interventions chirurgicales pour le retrait de la sonde.

A noter que deux paramètres permettent de distinguer les incrustations légères des incrustations modérées à sévères, à savoir une couverture de l'endoprothèse par l'incrustation inférieure à 50% et un diamètre d'incrustation, limite de 5 mm.

**Tableau 3. Critères de grading du système KUB**

**K-Kidney :**

1. No evidence of calcification on the renal coil.
2. Visible calcification on the renal coil, maximal width  $<$  or  $=$  5 mm, coil is not filled.
3. Visible calcification on the renal coil, maximal width  $>$  5 mm, coil is not filled.
4. Coil is filled, calcification extends  $<$  or  $=$  5 mm outside of coil.
5. Coil is filled, calcification extends  $>$  5 mm outside of coil (includes staghorn).

**U-Ureter :**

1. No evidence of calcification along the ureteral portion of the stent.
2. Single calcification along stent, maximal width  $<$  or  $=$  5 mm.
3. Single calcification along stent, maximal width  $>$  5 mm.
4. Multiple calcifications along stent occupying  $<$  50 % of length of ureteral portion of stent, maximal width  $>$  5 mm.
5. Multiple calcifications along stent occupying  $>$  or  $=$  50 % of length of ureteral portion of stent, maximal width  $>$  5 mm.

**B-Bladder :**

1. No evidence of calcification on the bladder coil.
2. Visible calcification on the bladder coil, maximal width  $<$  or  $=$  5 mm, coil is not filled.
3. Visible calcification on the bladder coil, maximal width  $>$  5 mm, coil is not filled.
4. Coil is filled, calcification extends  $<$  or  $=$  outside of the coil.
5. Coil is filled, calcification extends  $>$  5 mm outside of the coil.

### **3. Stratégie thérapeutique : [106]**

Un nouvel algorithme permettant l'application clinique des deux systèmes suscités. (figure 21)

En utilisant l'AUSP, l'uroscanner ou l'échographie, l'incrustation doit être évaluée par un diamètre de 5 mm ou plus quelle que soit la portion incrustée.

Si le diamètre ne dépasse pas 5 mm et couvre moins de 50% de l'endoprothèse, l'incrustation est considérée comme légère et il faut tenter de retirer la sonde par cystoscopie.

Si le diamètre est supérieur à 5 mm ou plus et/ou si l'incrustation couvre plus de 50 % de la sonde, l'incrustation est considérée comme sévère, auquel cas il faut poursuivre le traitement chirurgical en suivant l'algorithme. Si l'incrustation est inférieure à 1,5 cm, il faut envisager une lithotripsie extracorporelle initiale par ondes de choc, si l'incrustation est supérieure ou égale à 1,5 cm, il faut passer directement à la néphrolithotomie percutanée. [118].

### Stent Encrustation Management Pathway

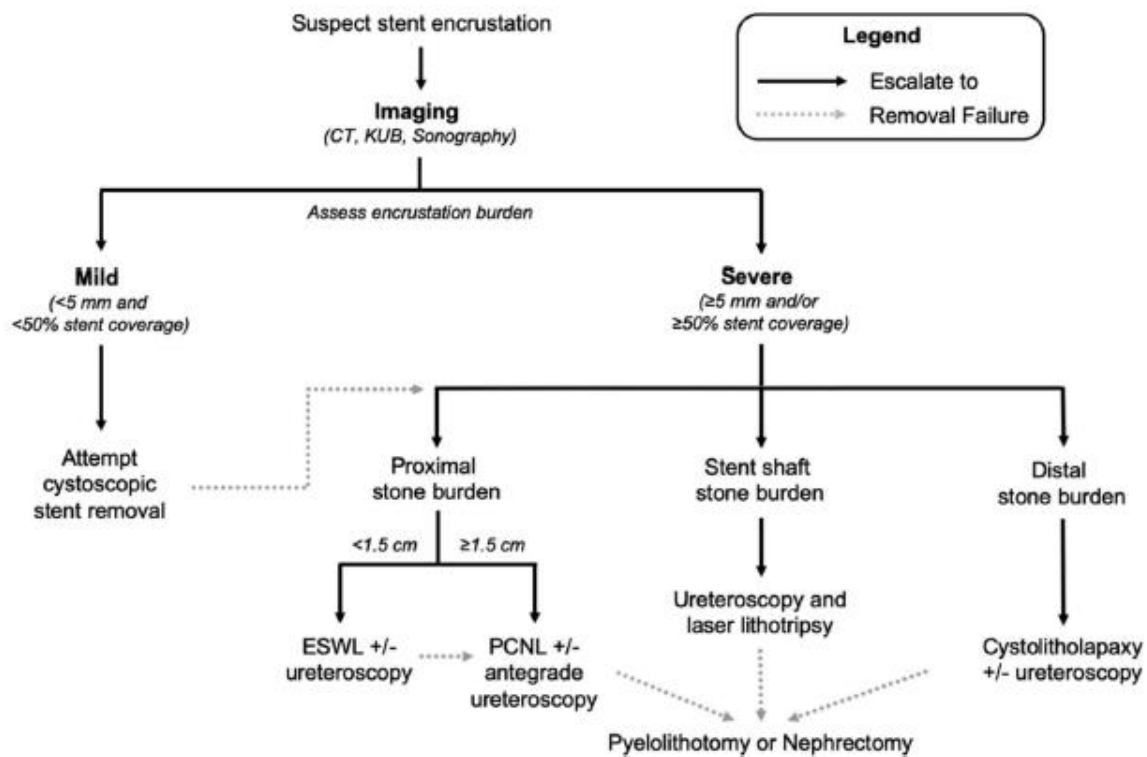


Figure 21. Algorithme pour le diagnostic et prise en charge des incrustations [106]

- ESWL : Extracorporeal Shockwave Lithotripsy (Lithotripsie extra-corporelle)
- PCNL : Percutaneous nephrolithotomy (Néphrolithotomie percutanée)

## **V. Avancées actuelles et prévention :**

La colonisation bactérienne joue un rôle essentiel dans le développement de l'urosepsie et de l'incrustation, les recherches passées et actuelles se sont concentrées sur le développement de matériaux et/ou de revêtements d'endoprothèses qui inhibent ce processus. Ce dernier est complexe dû à la variabilité du mécanisme d'adhésion selon les espèces bactériennes, rendant ainsi difficile l'identification d'un traitement universel. En outre, les composants urinaires peuvent altérer l'activité biologique des revêtements de surface et réduire les propriétés antiadhésives [112]. Néanmoins, une variété de technologies différentes ont été développées pour réduire le taux d'incrustation dans les endoprothèses.

La majorité des endoprothèses utilisées sont constitués de mélanges de polymères ayant des propriétés de réduction de l'incrustation, pouvant être ou non recouverts de composés bioactifs [113]. Ces mélanges sont souvent exclusifs mais sont généralement à base de polyuréthane.

### **1. Sondes et revêtement en silicone :**

Récemment, le développement de sondes double J à base de silicone a connu un regain d'intérêt, des études récentes ont pu démontrer la capacité à empêcher l'incrustation in vitro [100]. D'autre part, une nouvelle approche a vu le jour, des endoprothèses à base de polyuréthane traitée avec une surface de revêtement en silicone, minimisant ainsi la formation de biofilm et réduisant l'incrustation.

### **2. Sondes métalliques :**

Les patients qui présentent une obstruction maligne nécessitant une sonde à long terme constituent un défi unique. Une méthode qui a été explorée pour améliorer la capacité à résister à la compression extrinsèque et réduire l'incrustation est l'utilisation d'endoprothèses métalliques. [114,92]

### **3. Revêtements antiadhésifs :**

Une autre solution pour réduire les taux d'incrustation consiste à recouvrir la surface des endoprothèses de divers matériaux qui inhibent l'adhésion bactérienne ou le dépôt de minéraux. L'une des options est l'hydrogel, un réseau polymère de gels hydrophiles qui peut gonfler et retenir l'eau et qui est censé diminuer l'adhésion bactérienne et donc réduire l'incrustation dans les endoprothèses [115].

Une possibilité potentiellement fructueuse pour réduire l'incrustation des endoprothèses est apparue en traitant les endoprothèses avec des revêtements de glycosaminoglycanes. L'Héparine un glycosaminoglycane naturel couramment utilisé comme anticoagulant, présente des propriétés antiadhésives qui pourraient théoriquement réduire l'adhésion bactérienne sur l'endoprothèse elle-même, empêchant ainsi la formation de biofilms et l'incrustation [116].

#### 4. Ph urinaire :

Comme mentionné précédemment, un PH urinaire élevé peut favoriser le dépôt de cristaux causant ainsi une incrustation. Un apport en liquides suffisant et la supplémentation en citrate peuvent modifier la chimie urinaire et prévenir l'incrustation. [117]

Alors que les sondes double J visent à soulager les symptômes et les complications associées à diverses pathologies urologiques, l'incrustation est une complication grave qui peut avoir un impact négatif sur la qualité de vie et la sécurité des patients, en particulier chez ceux qui nécessitent une pose à long terme. Le développement d'une nouvelle technologie d'endoprothèse urétérale est un domaine en pleine expansion qui offre aux cliniciens, aux chercheurs et aux fabricants de dispositif médicaux l'occasion de collaborer afin de minimiser l'incrustation et d'améliorer les résultats pour les patients. A l'avenir, les recherches se concentreront sur la définition de la physiopathologie de l'incrustation, l'optimisation des propriétés des biomatériaux et la compréhension du rôle du microbiome urinaire. Ces recherches permettront aux médecins de prévenir l'incrustation et d'en faire un problème du passé.



# MATERIEL ET METHODE

## **I. Nature de l'étude :**

Il s'agit d'une étude rétrospective portée sur cinq patients porteurs d'endoprothèses urétérales double J compliquées d'incrustation, traités par urétéroscopie souple et laser, sur une durée d'un an, de octobre 2020 à octobre 2021.

## **II. Critères d'inclusion :**

Notre étude inclus les patients hospitalisés au sein du service d'urologie et de transplantation rénale, centre hospitalier universitaire Hassan II, Fès, présentant les critères suivant :

- Patients porteurs d'une sonde double J compliquée d'incrustations et ayant été traités par urétéroscopie souple-laser.
- Patients qui présentaient des troubles de la crase sanguine ou sous traitement anticoagulant, et/ou qui présentaient des malformations rénales ou des voies excrétrices supérieures.

## **III. Critères d'exclusion :**

Les patients qui avaient un dossier incomplet ont été exclus de notre étude.

## **IV. Analyse statistique :**

Pour réaliser notre étude, nous avons consulté :

- Le registre hospitalier du service.
- Le système Hosix afin de retracer l'historique des consultations, hospitalisations et les différentes explorations biologiques, radiologiques ainsi que les comptes rendus opératoires.

Les données recueillies ont été analysées par le logiciel Microsoft Excel 2010.

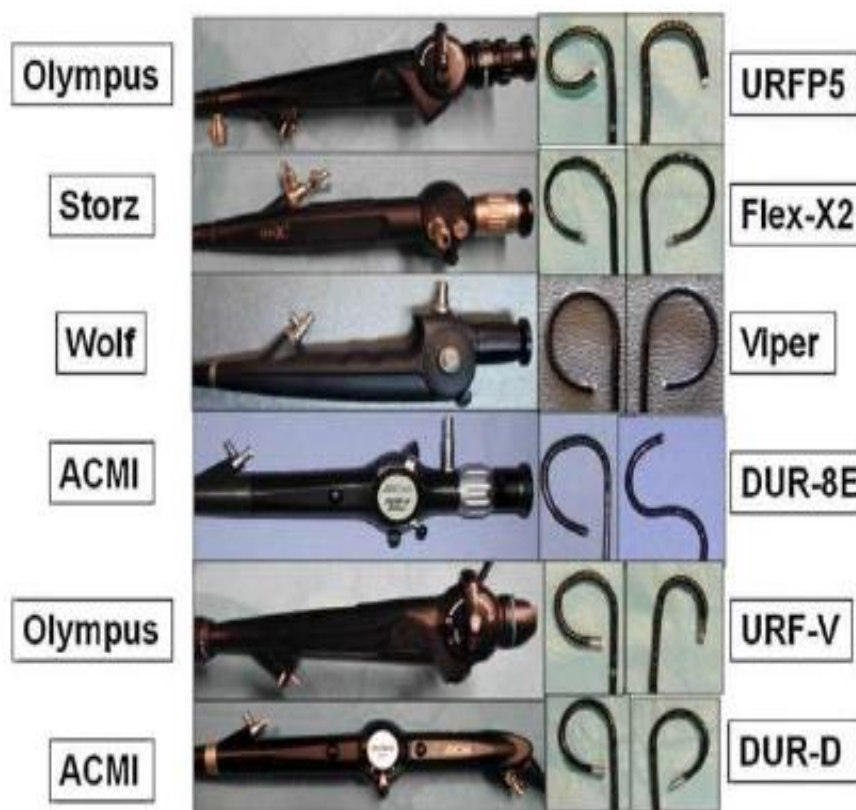
## V. Méthodologie :

Les caractères épidémiologiques, cliniques, paracliniques, thérapeutiques et évolutifs de chaque patient ont été recueillis puis analysés.

## VI. Technique chirurgicale : [119]

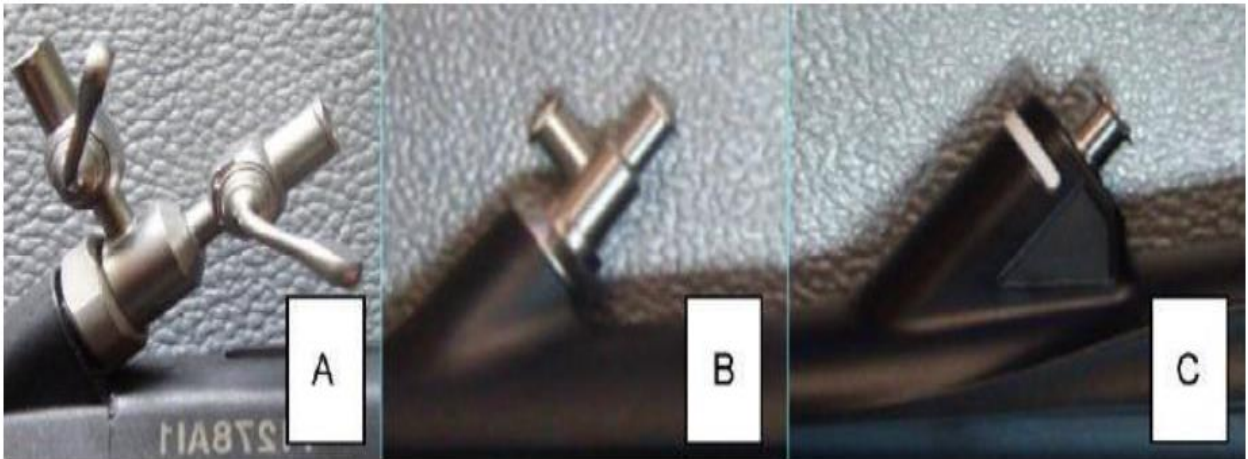
### 1. Instrumentation :

Un urétéroscopie souple mesure 70cm de long, son extrémité distale est ronde et mesure 7.4 Ch de diamètre. Le diamètre externe de l'urétéroscopie croît progressivement pour atteindre 8.5Ch en partie moyenne (corps de l'endoscope) et environ 9Ch à l'extrémité proximale (côté du poignet).



**Figure 22.** Différents urétéroscopes souples de dernière génération.

L'URSS est muni d'un canal opérateur unique de 3.6Ch admettant le passage d'instruments jusqu'à 3.2Ch et 2 à 3 faisceaux de fibres optiques : généralement deux pour l'illumination et un pour la transmission des images vers l'unité d'endoscopie. Il s'agit d'une optique à 0° avec un champ optique d'environ 90°.



**Figure 23.** Extrémité proximale du canal opérateur unique avec deux entrées.

Luer-Lock et robinets (A), deux entrées sans robinet (B) ou une seule entrée sans robinet (C).

L'urétéroscopie souple OTU a été utilisée lors de notre étude, ce dernier peut être utilisé avec son propre moniteur ou avec le moniteur de salle d'opération existant.



**Figure 24.** Urétéroscopie flexible de la marque OTU

La source laser était un laser Holmium (Quanta system), le type de fibre le plus utilisé était la fibre 250 µm.



**Figure 25.** Source laser Holmium Quanta system utilisée durant notre étude

## **2. Technique opératoire :**

### **2.1 Consultation préopératoire :**

Une évaluation radiologique de la voie excrétrice supérieure avec réalisation d'une urographie intraveineuse préopératoire, d'une uro tomodensitométrie (uro-TDM) permet souvent de préciser l'anatomie urinaire et de définir le siège de la pathologie ou de l'anomalie à explorer.

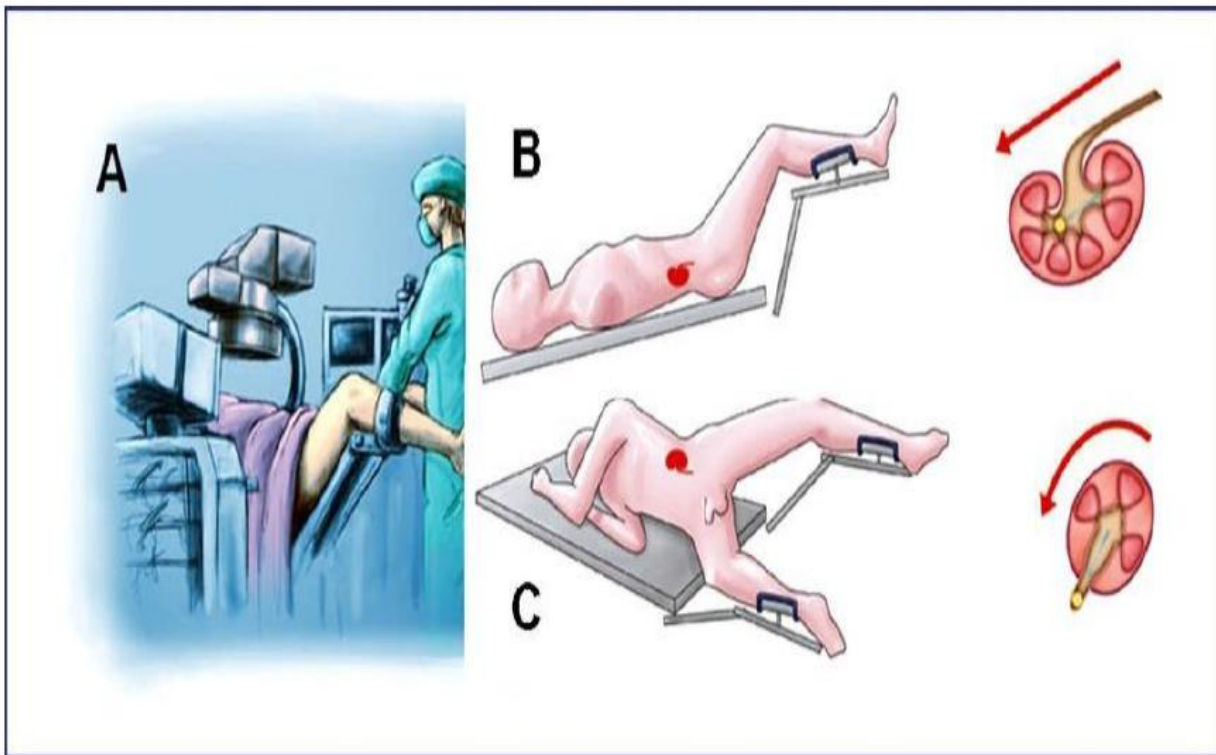
Un ECBU stérile est nécessaire avant l'urétérorénoscopie.

### **2.2 Anesthésie :**

L'urétéroscopie souple se fait sous anesthésie générale nécessitant l'intubation oro-trachéale et la curarisation du patient.

### 2.3 Installation :

Le patient est installé en décubitus dorsal membre inférieur homolatéral horizontalisé et la cuisse controlatérale fléchie sur le bassin.



**Figure 26.** Position gynécologique du patient pour urétérorénoscopie souple (A). Positions de trendelenbourg (B) et décubitus latéral (C), pour faciliter la mobilisation des fragments lithiasiques.

### 2.4 Déroulement du geste chirurgicale :

Afin d'extraire la sonde incrustée, nous avons d'abord effectué une cystoscopie et une cystolithaloplaxie avec le laser Holmium.

Ensuite nous avons essayé de passer un fil guide à côté de la sonde calcifiée. La plupart du temps, le passage du fil était sans résistance. Dans le cas contraire, nous avons avancé un cathéter urétéral à extrémité ouverte jusqu'au-dessous du site de résistance. Un fil de glissement angulaire fut alors avancé à travers le cathéter à extrémité ouverte en passant par le point d'obstruction.

Ensuite le fil de glissement fut remplacé par un fil guide à travers le cathéter à extrémité ouverte. Un urétéroscopie semi-rigide fut avancé à côté de la sonde calcifiée et le laser Holmium fut utilisé afin de fragmenter le calcul sur et autour de la sonde. Lorsque l'urétéroscopie rigide ne pouvait plus être avancée, l'urétéroscopie souple fut utilisé et le calcul autour de la sonde a été fragmenté de la même manière.

Ensuite l'urétéroscopie fut avancé dans le bassin et tout calcul présent a été fragmenté. L'urétéroscopie ainsi que la sonde ont ensuite été retiré. Aucune sonde ne fut sectionnée par le laser, tandis que les calculs furent fragmentés en dirigeant le laser directement sur les calcifications.





Figure 27. Colonne Vidéo d'endoscopie du service d'urologie CHU Hassan II Fès.

## **VII. Observations :**

### **Observation N°1**

#### **Identité :**

Il s'agit d'une patiente âgée de 61 ans, mariée, femme au foyer originaire et habitante à Fès.

#### **Motif d'hospitalisation :**

Patiente admise pour prise en charge de sa pathologie lithiasique.

#### **Antécédents :**

##### **Médicaux :**

Suivie pour hypertension artérielle sous traitement.

##### **Chirurgicaux :**

Suivie pour pathologie lithiasique pour laquelle elle a bénéficié d'une montée de sonde double J du côté droit en février 2021 soit une durée d'implantation de 06 mois.

##### **Toxiques :**

Pas d'antécédent toxique.

#### **Histoire de la maladie :**

Le début de la symptomatologie remonte à 10 jours par l'installation de lombalgies bilatérales évoluant dans un contexte d'apyrexie.

#### **Examen clinique :**

##### **Examen général :**

Patiente consciente stable sur le plan hémodynamique et respiratoire, apyrétique.

##### **Examen urologique :**

Patiente présente une légère sensibilité lombaire bilatérale.

Le reste de l'examen somatique est sans particularité.

**Examen biologique :**

Une NFS, un ionogramme sanguin (urée, créatinine), un bilan de crase (TP, TCK), ainsi qu'un ECBU ont été réalisés, qui sont revenus sans particularité.

**Examen radiologique :**

Un uroscanner a été réalisé objectivant :

- Calculs caliciels moyenne à droite, supérieur et inférieur mesurant 16 mm de grand axe et 1027 UH de densité calcique caliciel supérieur gauche.
- Sonde JJ droite incrustée au niveau de la boucle proximale, sonde JJ gauche en place non incrustée.

**Prise en charge thérapeutique :**

Le geste opératoire s'est déroulé sous anesthésie générale :

- Position de la taille,
- Champs stériles bétadinés.
- Lubrification urétrale au gel de lidocaïne 2%.
- Introduction du cystoscope et extériorisation de la sonde JJ gauche.
- Mise en place d'un guide terumo.
- Montée de l'urétéroscopie sous contrôle endoscopique puis raccord au générateur de lumière froide, irrigation et caméra.
- Exploration des cavités : les calculs sont limités au calice supérieur droit et le bout proximale de la sonde double J incrusté.
- Début de lithotritie par laser, fibre 250 µm.
- Désincrustation et libération de bout proximal de la sonde double J.
- Ablation complète de la sonde double J, calcul caliciel supérieur résiduel
- Montée d'une sonde double J à droite.

- Mise en place d'une sonde vésicale.

**Evolution post-opératoire :**

Les suites post-opératoires immédiates étaient simples sans complications.

Retrait de la sonde vésicale après 24 heures.

La sonde double J a été retirée après 3 semaines puis la patiente a été perdue de vue.

## Observation N°2

### Identité :

Il s'agit d'une patiente âgée de 61 ans, mariée, femme au foyer originaire et habitante à Fès.

### Motif d'hospitalisation :

Patiente admise pour changement de sa sonde double J.

### Antécédents :

#### Médicaux :

Suivie pour diabète non insulino dépendant sous métformine.

#### Chirurgicaux :

Suivie pour pathologie lithiasique pour laquelle elle a bénéficié d'une montée de sonde double J du côté droit en septembre 2021 soit une durée d'implantation de 06 mois.

Opérée il y a 5 ans pour tumeurs du sein non documenté.

#### Toxiques :

Pas d'antécédent toxique.

### Histoire de la maladie :

L'histoire de la maladie remonte au mois de septembre 2021 où la patiente a présenté des coliques néphrétiques motivant sa consultation chez un médecin privé où elle a bénéficié d'une montée d'une sonde double J, 06 mois après elle consulte au service d'urologie du CHU Hassan II de Fès pour complément de prise en charge.

### Examen clinique :

#### Examen général :

Patiente consciente stable sur le plan hémodynamique et respiratoire, apyrétique.

Examen urologique :

Patiente présente une légère sensibilité lombaire bilatérale.

Le reste de l'examen somatique est sans particularité.

Examen biologique :

Une NFS, un ionogramme sanguin (urée, créatinine), un bilan de crase (TP, TCK), ainsi qu'un ECBU ont été réalisés, qui sont revenus sans particularité.

Examen radiologique :

Un uroscanner a été réalisé objectivant :

- Présence de microlithiases calicielles inférieures et moyennes gauches, de densité cystinique (690 UH) sans retentissement sur les cavités excrétrices.
- Présence d'une lithiase du groupe calicelle supérieur, mesurant 11 mm, de densité cystique du rein gauche, avec sonde JJ incrustée à ce niveau, sans retentissement sur les cavités excrétrices.
- Présence d'une microlithiase du groupe calicel inférieur du rein droit sans retentissement sur les cavités excrétrices droites.

Prise en charge thérapeutique :

Le geste opératoire s'est déroulé sous anesthésie générale :

- Position de la taille,
- Champs stériles bétadinés.
- Lubrification urétrale au gel de lidocaïne 2%.
- Introduction du cystoscope et visualisation de la boucle distale de la sonde JJ gauche.
- Mise en place d'un guide terumo.
- Montée de l'urétéroscopie sous contrôle endoscopique puis raccord au générateur de lumière froide, irrigation et caméra.

- Exploration des cavités : les calculs sont limités au calice supérieur gauche et le bout proximale de la sonde double J incrusté.
- Début de lithotritie par laser, fibre 250 µm.
- Désincrustation et libération de bout proximal de la sonde double J.
- Ablation complète de la sonde double J, pas de calcul résiduel.
- Montée d'une sonde double J à gauche.
- Mise en place d'une sonde vésicale.

#### **Evolution post-opératoire :**

Les suites post-opératoires immédiates étaient simples sans complications.

Retrait de la sonde vésicale après 24 heures.

La sonde double J a été retirée après 3 semaines puis la patiente a été perdue de vue.

#### **Observation N°3**

##### **Identité :**

Il s'agit d'une patiente âgée de 45 ans, mariée, femme au foyer originaire et habitante à Fès.

##### **Motif d'hospitalisation :**

Patiente admise pour suspicion de sonde JJ incrustée.

##### **Antécédents :**

###### **Médicaux :**

Pas d'antécédents pathologiques notables.

###### **Chirurgicaux :**

Suivie pour pathologie lithiasique non documentée.

Patiente a bénéficié d'une montée de sonde double J droite en 2017 sur pyélonéphrite obstructive. Soit une durée d'implantation de 48 mois.

Toxiques :

Pas d'antécédent toxique.

Histoire de la maladie :

L'histoire de la maladie remonte à 1 mois de son admission par la survenue de coliques néphrétiques bilatérale apyrétique motivant sa consultation à titre externe, puis fut référée au service d'urologie du CHU Hassan II de Fès, pour complément de prise en charge.

Examen clinique :

Examen général :

Patiente consciente stable sur le plan hémodynamique et respiratoire, apyrétique.

Examen urologique :

Patiente présente une légère sensibilité lombaire bilatérale.

Le reste de l'examen somatique est sans particularité.

Examen biologique :

Une NFS, un ionogramme sanguin (urée, créatinine), un bilan de crase (TP, TCK), ont été réalisés et qui sont revenus sans particularités, ainsi qu'un ECBU revenu positif, en faveur d'une infection urinaire à E.coli.

Examen radiologique :

Un uroscanner a été réalisé objectivant :

- Le rein droit est de position anatomique habituelle, de taille normale, mesurant 13 cm de diamètre bipolaire, de contours bosselés. Il est le siège d'une lithiase calicelle inférieure, mesurant 12 x 9 mm et de densité calcique (1086 UH).
- Sonde JJ droite en place au niveau du pyélon, moulée par 2 lithiases au



niveau de bout urétéral lombaire et par plusieurs lithiases au niveau de ses bouts proximal et distal, mesurant 11 x 8 mm et 635 UH de densité pour la plus grande au niveau de l'uretère lombaire.

**Prise en charge thérapeutique :**

L'infection urinaire retrouvée en pré-opératoire a été jugulée par une antibiothérapie, avec une évolution favorable.

Le geste opératoire s'est déroulé sous anesthésie générale :

- Position de la taille,
- Champs stériles bétadinés.
- Lubrification urétrale au gel de lidocaïne 2%.
- Introduction du cystoscope et visualisation de la boucle distale de la sonde JJ droite incrustée.
- Mise en place d'un guide terumo.
- Montée de l'urétéroscopie sous contrôle endoscopique puis raccord au générateur de lumière froide, irrigation et caméra.
- Exploration des cavités : les calculs sont limités au calice inférieur et au niveau de l'uretère lombaire droit, le bout proximal de la sonde double J incrusté.
- Début de lithotritie par laser, fibre 250 µm.
- Désincrustation et libération de bout proximal de la sonde double J.
- Ablation complète de la sonde double J, pas de calcul résiduel.
- Montée d'une sonde double J à droite.
- Mise en place d'une sonde vésicale.

Evolution post-opératoire :

Les suites post-opératoires immédiates étaient simples sans complications.

Retrait de la sonde vésicale après 24 heures.

La sonde double J a été retirée après 3 semaines puis la patiente a été perdue de vue.

## Observation N°4

### Identité :

Il s'agit d'un patient âgé de 48 ans, marié, journaliste de profession originaire et habitant à Fès.

### Motif d'hospitalisation :

Patient admise pour prise en charge de sa pathologie lithiasique.

### Antécédents :

#### Médicaux :

Pas d'antécédents pathologiques notables.

#### Chirurgicaux :

Pyélolithotomie droite il y a 24 ans.

Suivie pour pathologie lithiasique pour laquelle elle a bénéficié d'une montée de sonde double J du côté droit en Avril 2021 soit une durée d'implantation de 02 mois.

#### Toxiques :

Pas d'antécédent toxique.

### Histoire de la maladie :

Le début de la symptomatologie remonte à 07 jours par l'installation de lombalgies bilatérales évoluant dans un contexte d'apyrexie.

### Examen clinique :

#### Examen général :

Patient conscient stable sur le plan hémodynamique et respiratoire, apyrétique.

#### Examen urologique :

Patient présente une légère sensibilité lombaire bilatérale.

Le toucher rectal a objectivé une prostate de 20 g, d'allure bénigne.

Le reste de l'examen somatique est sans particularité.

**Examen biologique :**

Une NFS, un ionogramme sanguin (urée, créatinine), un bilan de crase (TP, TCK), ainsi qu'un ECBU ont été réalisés, qui sont revenus sans particularité.

**Examen radiologique :**

Un uroscanner a été réalisé objectivant :

- Le rein droit est de position anatomique habituelle, de taille normale mesure 10 cm de diamètre bipolaire, secrète et excrète dans les délais physiologiques, siège de deux petits calculs au niveau du groupe calicelle inférieure mesurant 5 mm de diamètre chacun, et (900 UH) de densité, non obstructives
- Sonde JJ droite incrustée au niveau de la boucle proximale.

**Prise en charge thérapeutique :**

Le geste opératoire s'est déroulé sous anesthésie générale :

- Position de la taille,
- Champs stériles bétadinés.
- Lubrification urétrale au gel de lidocaïne 2%.
- Introduction du cystoscope et visualisation de la boucle distale de la sonde JJ.
- Mise en place d'un guide terumo.
- Montée de l'urétéroscopie sous contrôle endoscopique puis raccord au générateur de lumière froide, irrigation et caméra.
- Exploration des cavités : les calculs sont limités au calice inférieur droit et le bout proximale de la sonde double J incrusté.
- Début de lithotritie par laser, fibre 250 µm.

- Désincrustation et libération de bout proximal de la sonde double J.
- Ablation complète de la sonde double J, Pas de calcul résiduel.
- Mise en place d'une sonde vésicale.

**Evolution post-opératoire :**

Les suites post-opératoires immédiates étaient simples sans complications.

Retrait de la sonde vésicale après 24 heures.

## Observation N°5

### Identité :

Il s'agit d'une patiente âgée de 50 ans, mariée, femme au foyer originaire et habitante à Fès.

### Motif d'hospitalisation :

Patiente admise pour changement de sa sonde double J.

### Antécédents :

#### Médicaux :

Pas d'antécédents pathologiques notables.

#### Chirurgicaux :

Suivie pour pathologie lithiasique pour laquelle elle a bénéficié d'une sonde double en décembre 2021, soit une durée d'implantation de 06 mois.

#### Toxiques :

Pas d'antécédent toxique.

### Histoire de la maladie :

L'histoire de la maladie remonte au mois de décembre 2021 où la patiente a présenté des coliques néphrétiques motivant sa consultation chez un médecin privé où elle a bénéficié d'une montée d'une sonde double J, 06 mois après elle consulte au service d'urologie du CHU Hassan II de Fès pour complément de prise en charge.

### Examen clinique :

#### Examen général :

Patiente consciente stable sur le plan hémodynamique et respiratoire, apyrétique.

#### Examen urologique :

Patiente présente une légère sensibilité lombaire bilatérale.

Le reste de l'examen somatique est sans particularité.

**Examen biologique :**

Une NFS, un ionogramme sanguin (urée, créatinine), un bilan de crase (TP, TCK), ainsi qu'un ECBU ont été réalisés, qui sont revenus sans particularité.

**Examen radiologique :**

Un uroscanner a été réalisé objectivant :

- Le rein droit est de position anatomique habituelle, de taille normale, mesurant 13 cm de diamètre bipolaire. Il est le siège de multiples lithiases calicielles supérieure et pyélique, la plus grande mesurant 12 mm.
- Sonde JJ droite incrusté au niveau de sa boucle proximale.

**Prise en charge thérapeutique :**

Le geste opératoire s'est déroulé sous anesthésie générale :

- Position de la taille,
- Champs stériles bétadinés.
- Lubrification urétrale au gel de lidocaïne 2%.
- Introduction du cystoscope et visualisation de la boucle distale de la sonde JJ droite incrustée.
- Mise en place d'un guide terumo.
- Montée de l'urétéroscopie sous contrôle endoscopique puis raccord au générateur de lumière froide, irrigation et caméra.
- Exploration des cavités : les calculs sont limités au calice supérieur et au niveau pyélique, le bout proximal de la sonde double J incrusté.
- Début de lithotritie par laser, fibre 250 µm.
- Désincrustation et libération de bout proximal de la sonde double J.
- Ablation complète de la sonde double J, pas de calcul résiduel.

- Montée d'une sonde double J à droite.
- Mise en place d'une sonde vésicale.

**Evolution post-opératoire :**

Les suites post-opératoires immédiates étaient simples sans complications.

Retrait de la sonde vésicale après 24 heures.

La sonde double J a été retirée après 3 semaines puis la patiente a été perdue de vue.

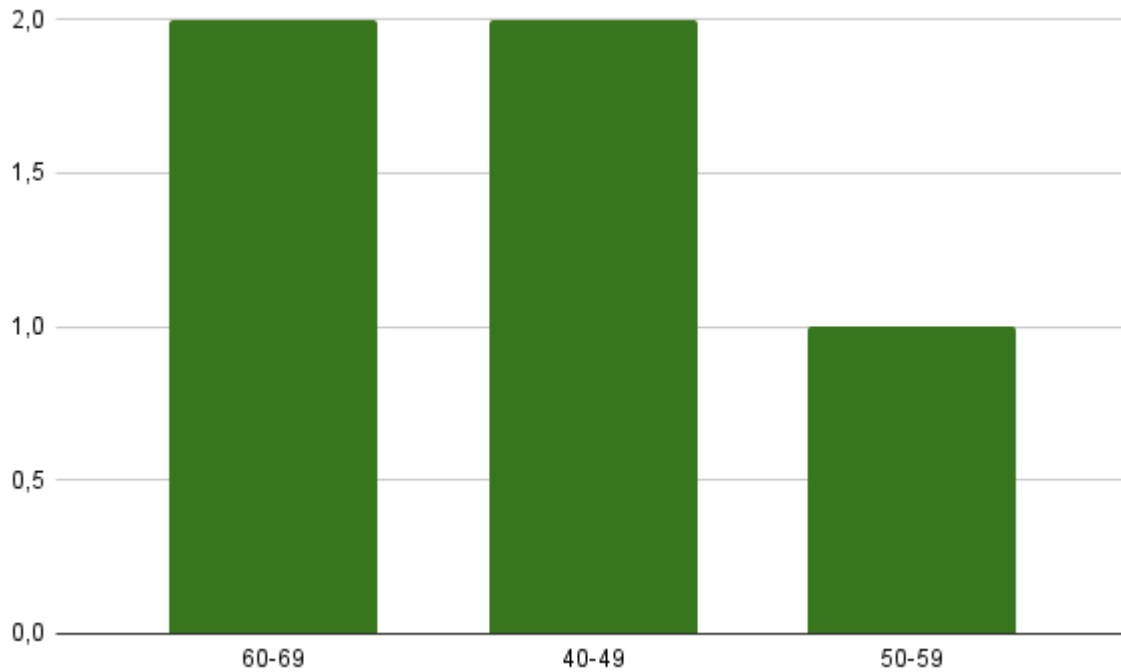


# RESULTATS

## I. Epidémiologie :

### 1. Âge :

L'âge de nos patients variait entre 44 et 61 ans avec une moyenne d'âge de 52.8 ans.



**Figure 28.** Répartition des patients selon les tranches d'âge.

## 2. Sexe :

Notre série d'étude comporte quatre femmes (80%) et un homme (20%) soit un sexe ratio H/F de 0.25.

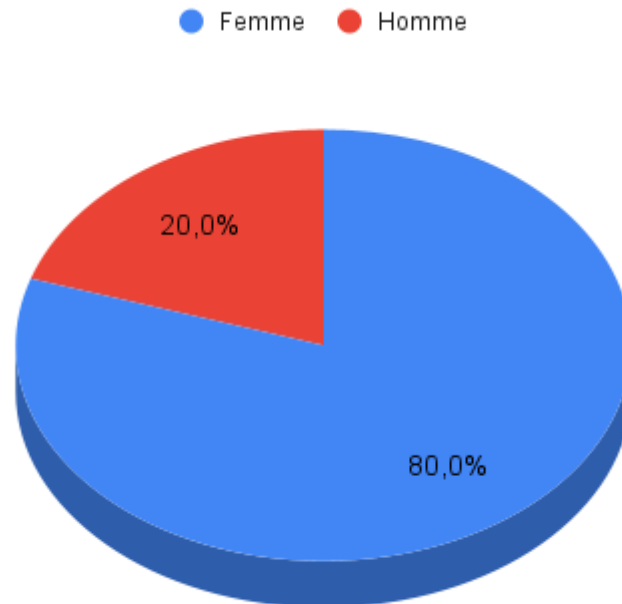


Figure 29. Répartition des patients selon le sexe.

### 3. Antécédents :

#### 3.1. Urologiques :

Dans notre série d'étude, tous nos patients présentaient des antécédents de pathologie lithiasique (100%).

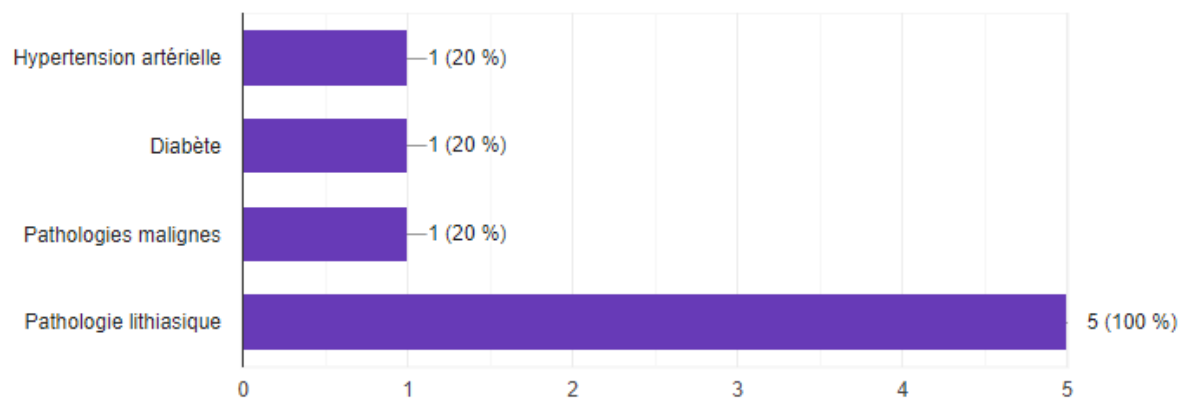
Par ailleurs, aucun de nos patients ne présentait une anomalie des voies urinaires.

#### 3.2. Non urologiques :

Les antécédents métaboliques présents chez un patient était essentiellement un diabète non insulino-dépendant.

L'atteinte cardiovasculaire retrouvée chez un de nos patients était l'hypertension artérielle (HTA).

Par ailleurs, une de nos patientes rapportait une notion de pathologie mammaire maligne.



**Figure 30. Répartition des patients selon les antécédents.**

## II. Données cliniques et paracliniques :

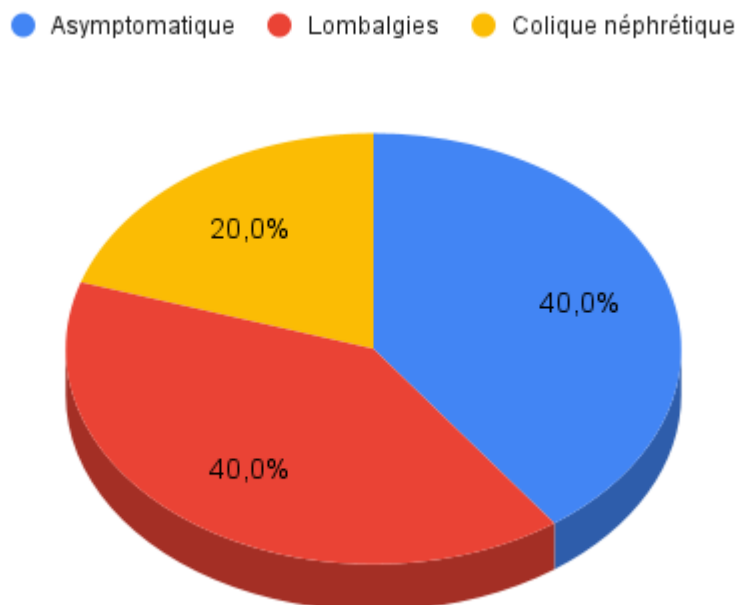
### 1. Présentations cliniques :

40 % de nos patients étaient asymptomatiques, l'incrustation était découverte lors du changement de la sonde.

40 % de nos patients présentaient des lombalgies, tandis que 20 % des patients présentaient des coliques néphrétiques.

### 2. Signes physiques :

100 % de nos patients ne présentaient aucune anomalie lors de l'examen clinique.



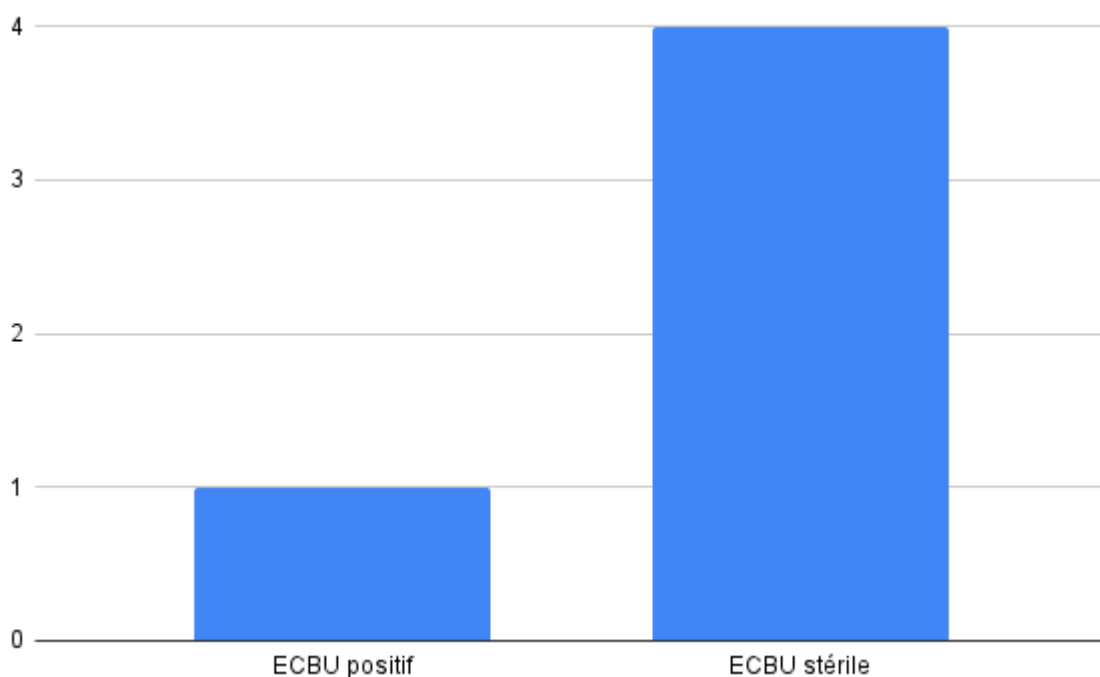
**Figure 31.** Répartition des patients selon les circonstances de découverte.

### 3. Biologie :

#### 3.1. Examen cyto bactériologique des urines (ECBU) :

L'examen cyto bactériologique des urines a été réalisé de façon systématique en préopératoires, quatre (80%) de nos patients présentaient des urines stériles, un de nos patients présentait un examen cyto bactériologique (ECBU) positif (20 %).

Le germe retrouvé était l'E-coli.



**Figure 32.** Répartition des patients selon les résultats de l'ECBU

#### 3.2. Fonction rénale :

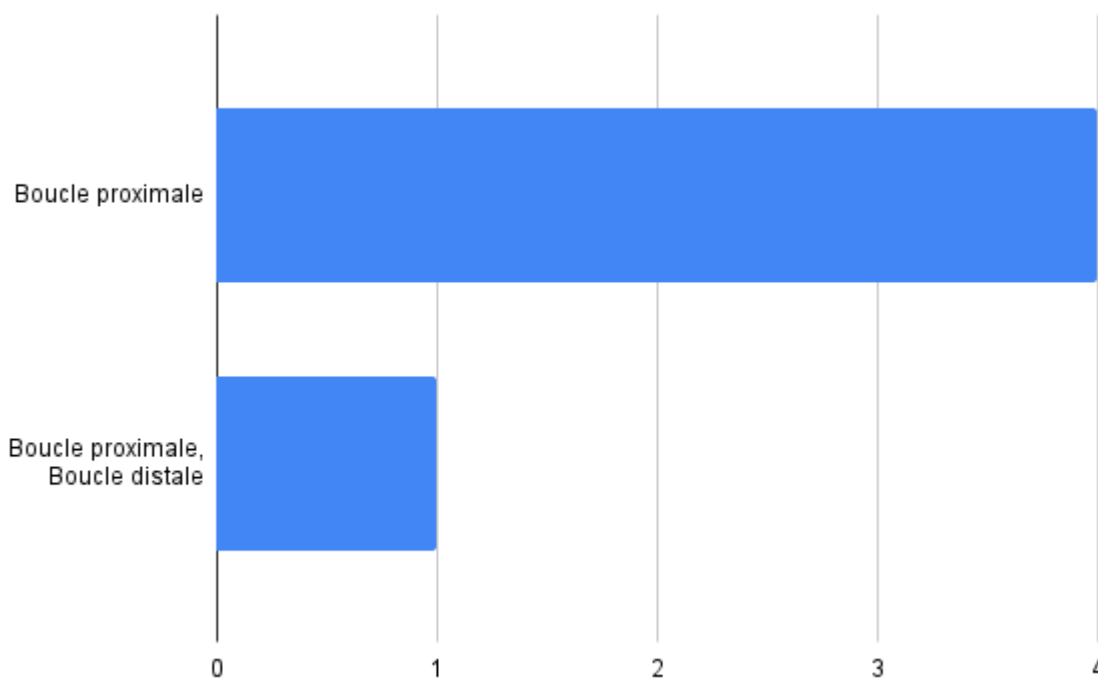
La fonction rénale a été réalisée de façon systématique chez la totalité de nos patients par le dosage de la créatinine ainsi que l'urée sanguine, tous nos patients présentaient une fonction rénale normale.

#### 4. Imagerie :

Dans notre étude, tous nos patients ont bénéficié d'une Uro-TDM, afin de diagnostiquer et de déterminer la localisation de l'incrustation ainsi que celle des lithiases associées.

L'incrustation était localisée dans la boucle proximale de la sonde chez tous nos patients, en outre un de nos patients présentait une incrustation au niveau de la boucle distale.

Tous les patients dans notre série présentaient des lithiases associées (Tableau 4)



**Figure 33.** Répartition des patients selon la localisation de l'incrustation.

### III. Incrustation des sondes double J :

#### 1. Indications de la montée de la sonde :

Les indications de la montée de la sonde double J étaient :

- Une pyélonéphrite obstructive chez un patient (20 %)
- Une lithiase urinaire obstructive chez quatre de nos patients (80 %)

La lithiase urinaire obstructive était l'indication principale de la montée de la sonde dans notre série.

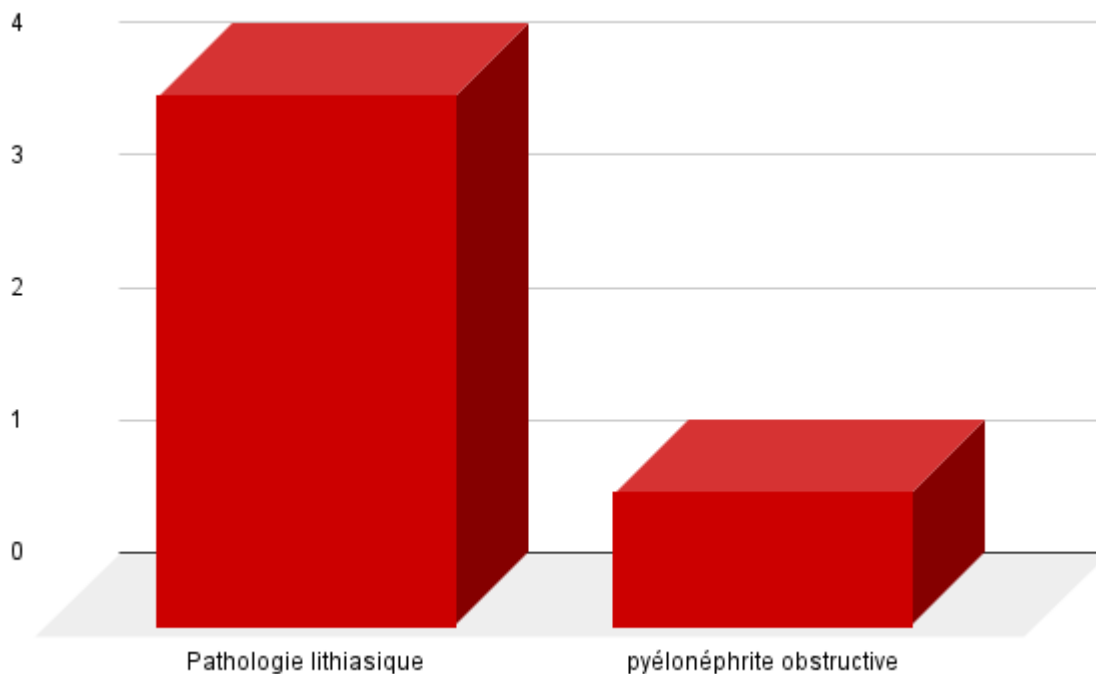


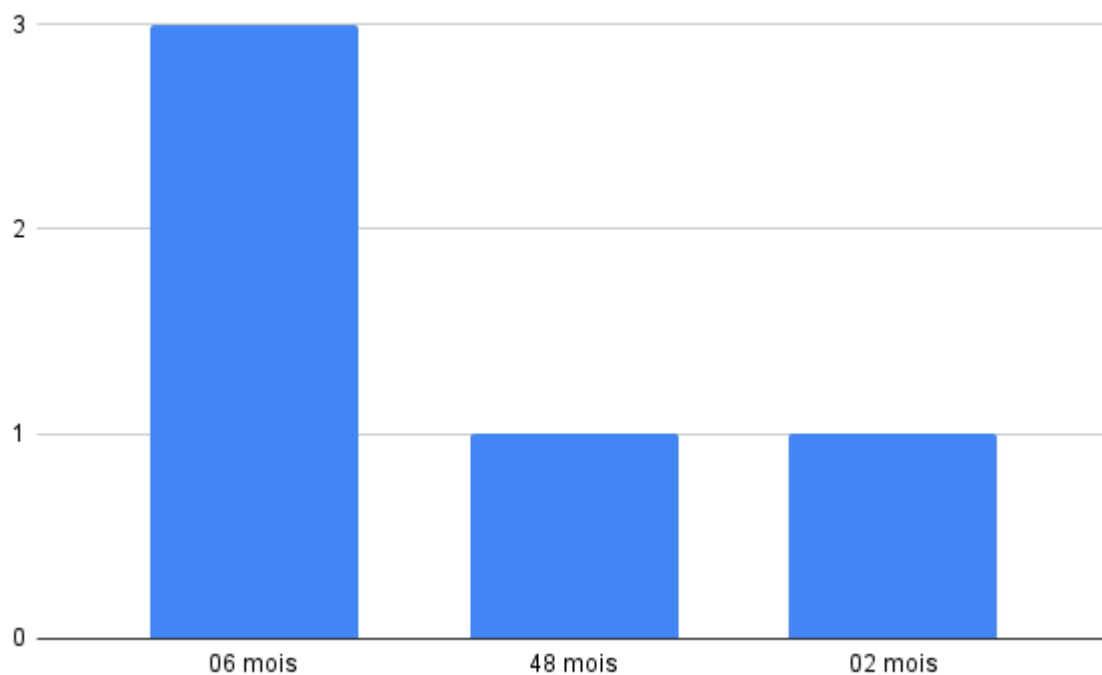
Figure 34 : Répartition des patients selon l'indication de la montée de sonde.



## 2. Durée d'implantation de la sonde double J :

Dans notre étude la durée d'implantation variait de 02 mois à 48 mois avec une moyenne de 13.6 mois.

Ces longues durées d'implantations sont expliquées par le report des rendez-vous durant la période pandémique et un manque de sensibilisation.



**Figure 34.** Répartition des patients selon la durée d'implantation.

#### IV. Données opératoire et postopératoire :

##### 1. Indications :

Dans notre série, l'urétéroscopie souple laser était utilisée en première intention chez la totalité de nos patients (100%).

##### 2. Nombre de procédure :

La totalité des patients de notre série étaient traités en 1 temps (100 %).

##### 3. Caractéristiques des calculs :

Tableau 4. Caractéristiques des calculs

Caractéristiques des calculs :		
Latéralité :		
Droite	3	60 %
Gauche	0	0 %
Bilatérale	2	40 %
Localisation :		
Calice supérieur	3	33.33 %
Calice moyen	1	11.11 %
Calice inférieur	4	44.44 %
Uretère (proximal)	1	11.11 %
Densité du calcul (UH)		
D < 500	0	0%
500 <D <1000	2	40 %
D> 1000	3	60 %
Taille du calcul (mm)		
< 10	2	28.57 %
Entre 10 et 15	4	57.14 %
>15	1	14.28%
Moyenne	11.14	

#### **4. Technique opératoire:**

Les temps opératoires variaient de 63 minutes à 115 minutes soit une moyenne de 85 minutes.

Toutes les interventions ont été réalisées avec une gaine d'accès urétéral.

Le réglage de l'énergie et la fréquence variaient selon la lithotritie souhaitée. La fragmentation nécessitait une haute énergie et basse fréquence tandis qu'une vaporisation nécessitait le contraire.

Chez quatre de nos patients les lithiases associées étaient vaporisées (fragmentation complète) (80%), chez un de nos patients nous avons obtenus des petits fragments récupérés par une pince à panier type Dormia (20%).

Une sonde double J était placée en fin d'intervention dans 80 % des cas, tandis que 20 % des cas n'ont pas bénéficié d'un drainage des voies excrétrices supérieures en postopératoires.

La sonde double J était laissée en place pour une durée de 3 semaines.

La totalité de nos patients ont bénéficié d'un sondage vésical en post-opératoire pour une durée totale de 24 heures.

Aucune complication peropératoire n'a été signalée.

#### **5. Période post-opératoire :**

La durée d'hospitalisation variait de 02 jours à 03 jours soit une moyenne de 2.2 jours.

Aucun de nos patients dans notre série n'a présenté de complications en post-opératoire (100%).

## **6. Efficacité de l'urétéroscopie souple laser et succès global:**

Dans notre série la totalité des patients ont bénéficié d'une désincrustation de leur sonde double J, ainsi qu'une pulvérisation par laser en mode fragmentation et dusting de leurs calculs. En postopératoire les patients de notre série ont bénéficié d'un ASP à J1 concernant les calculs radio opaques, tandis que pour les calculs radio transparents une échographie a été réalisée lors de la première consultation postopératoire.

Le succès « Stone free » était défini par l'absence de fragments ou la présence de fragments moins de 3 mm sur l'imagerie de contrôle.

Le succès « Stent free » était défini par l'ablation complète de la sonde incrustée.

Dans notre série tous nos patients étaient déclarés « Stone free » et « Stent free » (100%).

# DISCUSSION

## I. Epidémiologie :

### 1. Âge :

L'âge de nos patients variait entre 44 et 61 ans avec une moyenne d'âge de 52.8 ans. Nos résultats sont différents des autres séries d'études, la moyenne d'âge de l'étude réalisée par Borboroglu, P. G., & Kane, C. J [118] était de 32.5 ans tandis que l'étude réalisée par Mohan-Pillai, K., et al. [38] était de 45 ans.

D'autre part, les résultats de l'étude de Bukkapatnam, R., Seigne, J., et Helal, M [120] se rapproche de l'étude réalisée par Dakkak, Y., et al. [121]

L'âge n'est pas considéré comme un facteur de risque de l'incrustation des sondes double J, expliquant ainsi cette disparité statistique.

**Tableau 5. Répartition de la moyenne d'âge dans les différentes séries**

Auteurs	Moyenne d'âge	Intervalle
Borboroglu, P. G., et Kane, C. J [118]	32.5	25 - 41
Mohan-Pillai, K., et al. [38]	45	31 - 57
Bukkapatnam, R., Seigne, J., et Helal, M [120]	30	9 - 50
Dakkak, Y., et al. [121]	33.4	7 - 64
<b>Notre série</b>	<b>52.8</b>	<b>44 - 61</b>

### 2. Sexe :

Notre série d'étude comporte quatre femmes (80%) et un homme (20%) soit un sexe ratio H/F de 0.25.

Borboroglu, P. G., & Kane, C. J [118] ont trouvé dans leur étude un sexe ratio de 0.33 tandis que l'étude réalisée par Thomas, Alexandre, et al. [122] a trouvé un sexe ratio de 1.43.

Vu que les résultats diffèrent d'une série à une autre, nous ne pouvons pas incriminer un sexe plus qu'un autre comme facteur de risque.

### 3. Facteurs de risque :

#### 3.1. Durée d'implantation :

Dans notre étude la durée d'implantation variait de 02 mois à 48 mois avec une moyenne de 13.6 mois.

Borboroglu, P. G., & Kane, C. J [118], Thomas, Alexandre, et al. [122] ont trouvé respectivement une durée moyenne d'implantation de 7 et 10.4 mois.

Une longue durée d'implantation constitue un réel facteur de risque. En effet, il existe une relation cinétique entre la durée d'implantation et l'incrustation.

Ces longues durées d'implantation dans notre service sont expliquées par le report des rendez-vous durant la période pandémique et un manque de sensibilisation.

**Tableau 6. Durée d'implantation moyenne selon les différentes études.**

Différentes séries	Durée d'implantation moyenne
Borboroglu, P. G., & Kane, C. J [118]	7 mois
Thomas, Alexandre, et al. [122]	10.4 mois
Dakkak, Y., et al. [121]	10.8 mois
Bukkapatnam, R., Seigne, J., et Helal, M [120]	10 mois
Notre série	13.6 mois

#### **4. Antécédents :**

Durant notre étude nous avons mis l'accent sur les antécédents favorisant l'incrustation, notamment les antécédents lithiasiques, le régime alimentaire, les troubles de l'absorption intestinale (Rectocolite hémorragique, Maladie de Crohn ...) et les pathologies malignes.

Dans notre série la totalité de nos patients présentaient des antécédents de pathologie lithiasique. Nos résultats concordent avec les données de la littérature.

Bien que la grossesse majore le risque d'incrustation chez les femmes, aucune femme enceinte n'a été incluse dans notre série.



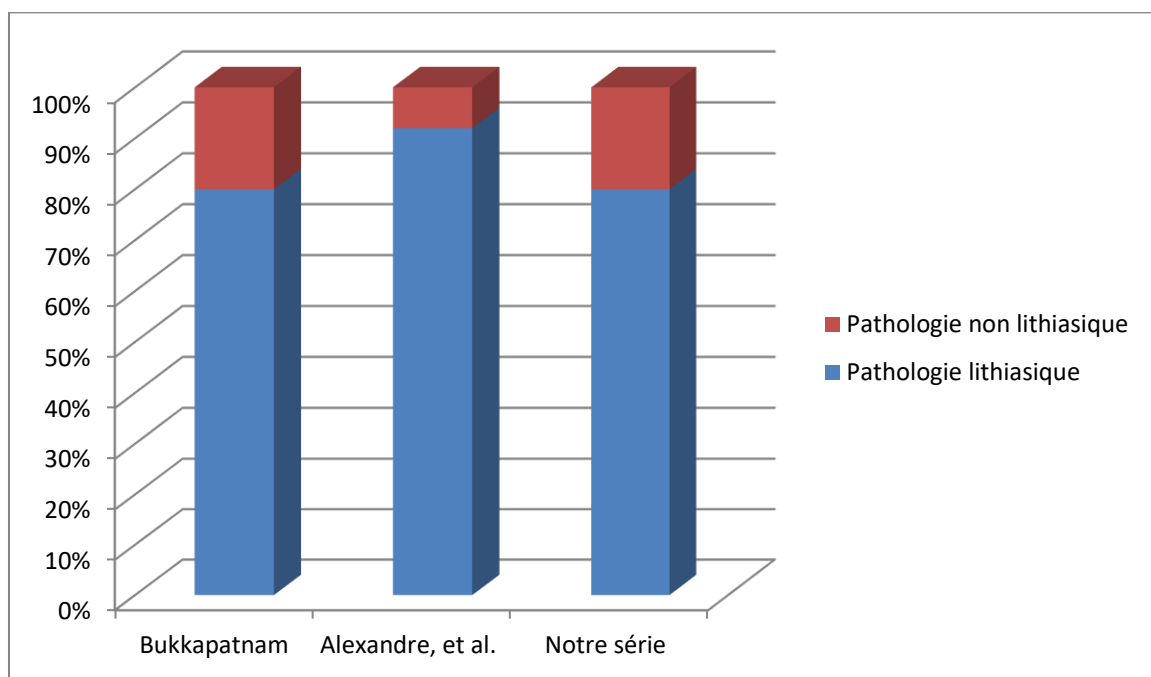
## II. Indications de la montée de sonde double J :

Les endoprothèses urétérales permettent d'assurer l'écoulement des urines vers la vessie de façon préventive, curative ou palliative.

Dans notre série, l'indication principale de drainage par sonde double J était une lithiase urinaire obstructive (80%). Nos résultats concordent avec ceux de la littérature.

Dans la série de Bukkapatnam, R., Seigne, J., et Helal, M [120] ainsi que celle d'Alexandre, et al. [122] l'indication principale de la montée de sonde était une lithiase urinaire obstructive.

Les pathologies non lithiasiques étaient représentées principalement dans les différentes séries par la pathologie maligne.

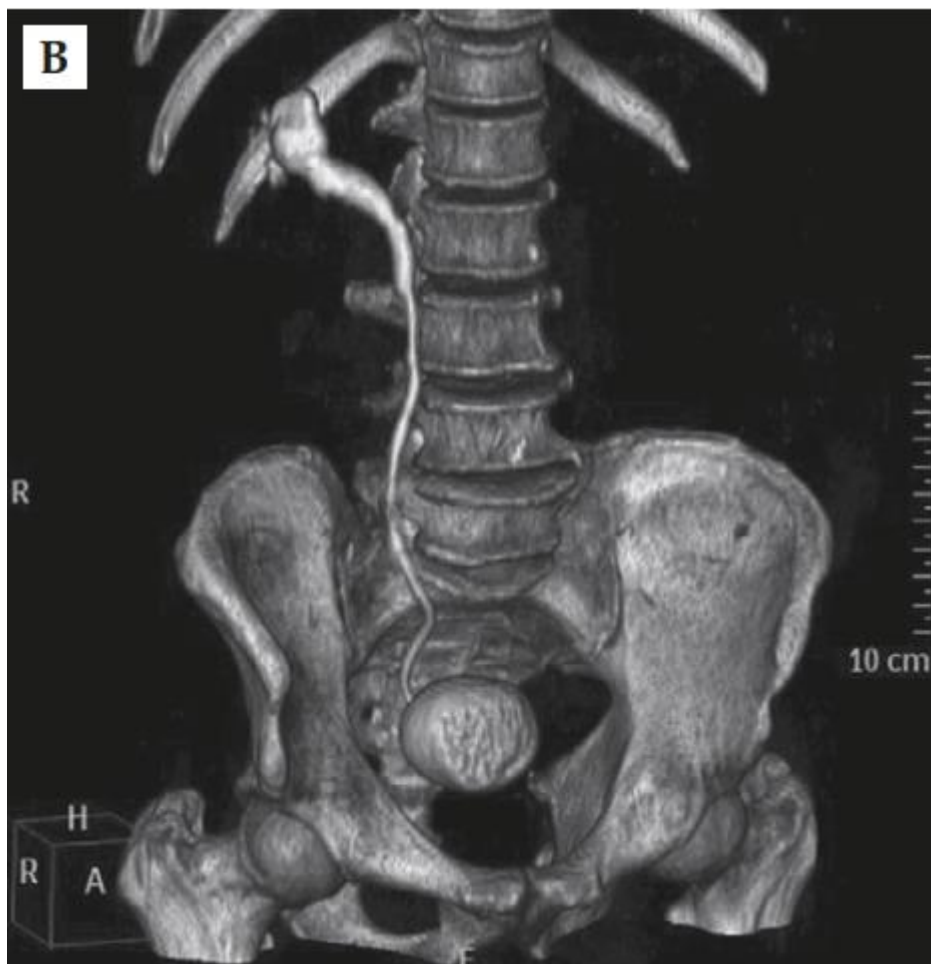


**Figure 35.** Répartition des indications dans les différentes séries.

### III. Imagerie de diagnostic :

Dans notre série, l'uro-scanner était l'examen radiologique de choix pour le diagnostic des incrustations des sondes double J. Cet examen a permis d'analyser les deux paramètres nécessaires pour poser l'indication thérapeutique : la taille de l'incrustation ainsi que le pourcentage de la couverture de la sonde par l'incrustation, en outre l'uro-scanner a permis de diagnostiquer les calculs associés.

L'uro-scanner présentait une spécificité de 100% dans notre étude, vu que les données scannographiques concordaient avec les données per-opératoires.



**Figure 36.** Sonde double-J entièrement incrusté avec un calcul rénal droit ( $2 \times 1,5$  cm) sur la boucle proximale et un énorme calcul vésical ( $4,7 \times 4,1$  cm) sur la boucle vésicale.

#### IV. Calculs associés :

Dans notre étude, 100 % des patients présentaient des calculs concomitants non associés à l'incrustation. Nos résultats se rapprochent aux données de la littérature notamment celles réalisées par Bukkapatnam, R., Seigne, J., et Helal, M [120], ainsi que celle Alexandre, et al. [122] qui ont objectivé respectivement 100 % et 88 %.

D'après ces résultats nous déduisons que les facteurs favorisant la lithogénèse favorisent aussi l'incrustation des sondes double J.

**Tableau 7. Pourcentage des calculs associés selon les différentes études.**

Série d'étude	Pourcentages de calculs associés
Bukkapatnam, R., Seigne, J., et Helal, M [120],	100 %
Alexandre, et al. [122]	88 %
<b>Notre série</b>	100 %

## **V. Données opératoires et postopératoires :**

### **1. Durée opératoire :**

Dans notre série la durée opératoire moyenne était de 85 minutes.

Nos résultats rejoignent ceux de la littérature. La durée opératoire moyenne dans la série de Bukkapatnam, R., Seigne, J., et Helal, M [120] était de 93 minutes tandis que la moyenne d'Alexandre, et al. [122] était de 110 minutes.

La durée opératoire est principalement opérateur dépendant expliquant ainsi les différences entre les différentes séries d'études.

### **2. Complications opératoires :**

Les complications secondaires à l'urétéroscopie souple-laser restent relativement rares.

Dans la littérature [123], les complications décrites sont :

- Perforation de l'uretère et hémorragie significative <1 %
- Taux de sténose 0,5 à 1 %
- Colique néphrétique (dans les 48 premières heures) 2 à 3%
- Pyélonéphrite aiguë 2 à 3 %
- Infection de l'appareil urinaire 2 à 22%
- Échec de progression de l'endoscope < 10 %
- Échec d'accès au calice inférieur

Dans notre série, aucune complication postopératoire n'a été signalée.

### **3. Durée d'hospitalisation :**

Dans notre série la durée d'hospitalisation moyenne était de 2.2 jours, concordant ainsi avec les résultats de la littérature.

La durée moyenne dans les séries de Bukkapatnam, R., Seigne, J., et Helal, M [120] et Alexandre, et al. [122] était respectivement de 1.2 jours et 2.33.

L'urétéroscopie souple-laser est définitivement une technique moins invasive par rapport aux autres techniques, le court séjour hospitalier en postopératoire en est un argument.

**Tableau 8. Durée d'hospitalisation selon les différentes études.**

Série d'étude	Durée moyenne d'hospitalisation
Bukkapatnam, R., Seigne, J., et Helal, M [120],	1.2
Alexandre, et al. [122]	2.33
<b>Notre série</b>	2.2

## **VI. Efficacité de l'urétéroscopie souple laser :**

Nous avons déjà décrit l'évolution dangereuse des patients porteurs de sondes double J incrustées [124]. En gardant cette situation à l'esprit, les succès « stone free » et « stent free » demeurent une nécessité.

Historiquement, la prise en charge des sondes urétérales incrustées impliquait plusieurs sessions opératoires pour obtenir un statut « stone free » et « stent free » [125,126].

La difficulté réside dans la présence des calculs dans le rein, uretère et la vessie. Les approches décrites précédemment nécessitaient de nombreuses séances opératoires pour traiter les incrustations. Ces approches comprennent la lithotripsie extracorporelle par ondes de choc, la néphrolithotomie percutanée et/ ou l'urétéroscopie. L'utilité de la lithotripsie extracorporelle par ondes de choc est limitée car elle ne permet pas de traiter les lithiases associées à l'incrustation. De plus, la néphrolithotomie percutanée ne traite pas les incrustations vésicales. L'objectif principal est de libérer la sonde incrustée et de traiter les calculs associés. La technique que nous décrivons permet d'atteindre cet objectif, et par conséquent, elle devrait être la technique de choix pour la prise en charge des sondes incrustées.

Singh et al. [127], a décrit de multiples approches, y compris la chirurgie ouverte, pour traiter l'incrustation des sondes urétérales. En plus des différentes approches, différentes techniques de fragmentation des calculs ont été utilisées. Canby-Hagino et al. [128] ont signalé que la lithotripsie pneumatique intraluminaire peut être utilisée pour les sondes vésicales. Cependant, cette technique ne permet pas de traiter les calcifications rénales ou urétérales situées à l'extérieur de la sonde.

Dans notre série, nous décrivons notre approche dans la prise en charge des incrustations des sondes double J, qui dans la plupart des cas, ne nécessite qu'un seul accès endourologique et une seule séance opératoire. Un aspect intéressant de cette méthode est que tous les patients de notre série ont été traités en une seule séance opératoire. Bien qu'il puisse sembler difficile sur le plan technique d'avancer un urétéroscopie à côté d'une sonde calcifiée et d'utiliser le laser, nous avons constaté que cette technique est tout à fait réalisable.

Dans notre série tous nos patients étaient déclarés « Stone free » et « Stent free » (100%). Cette série démontre que la procédure est sûre et efficace, et permet de gérer avec succès les incrustations des sondes double J.

# CONCLUSION



Sûre et efficace, l'urétéroscopie souple associée au laser Holmium reste une technique de choix pour la prise en charge des incrustations des sondes double J, notre travail qui n'a colligé que cinq patients sur une période d'une année a pour but de présenter l'expérience du CHU Hassan II dans la prise en charge des incrustations des sondes double J par cette technique. L'urétéroscopie souple-laser constitue une solution attrayante pour la prise en charge de cette complication du fait qu'elle présente une faible morbidité et reste moins invasive. Tandis que les recherches se focalisent sur la conception d'une sonde non lithogène, cette technique demeure la plus appropriée pour la prise en charge des sondes incrustées.

Néanmoins cette technique nécessite un matériel qui demeure fragile, onéreux et inaccessible et représente par conséquent un grand chantier en développement dans le contexte marocain. Toutefois, notre étude souligne l'efficacité de l'urétéroscopie souple-laser et encourage la résolution des coûts financiers afin de permettre une plus grande accessibilité.

Plusieurs questions suscitent le débat, une démocratisation de cette technique permettrait elle de réduire les coûts ? Le meilleur moyen de traiter cette complication, ne réside-t-il pas dans sa prévention ?

# RÉSUMÉS

## RESUME

### Introduction :

Les sondes double J sont utilisées couramment en urologie depuis plus de 20 ans. L'incrustation définie par l'obstruction de la sonde par des débris calciques, reste un phénomène fréquent, bien décrit, rendant parfois difficile le retrait de la sonde. Les facteurs favorisants sont principalement : la durée du drainage, un antécédent ou une pathologie lithiasique concomitante, une infection urinaire ou une colonisation bactérienne, la grossesse et une chimiothérapie. Le traitement dépend de l'importance de l'incrustation et notamment de la boucle proximale.

### Objectif :

L'objectif de notre travail est d'avoir un aperçu sur l'expérience du service d'urologie au CHU Hassan II de Fès, dans le traitement des incrustations des sondes double J par urétéroscopie souple et laser et évaluer les résultats obtenus notamment l'efficacité et la tolérance de cette technique.

### Matériel et méthode :

Cette étude est une analyse descriptive, rétrospective, portée sur cinq (05) cas de patients porteurs d'endoprothèses urétérales double J compliquées d'incrustation, traités par urétéroscopie souple et laser, au service d'urologie et de transplantation rénale, centre hospitalier universitaire Hassan II, Fès.

Les données épidémiologiques, opératoires, les résultats et enfin les complications ont été recueillis puis analysés.

Nous avons utilisé des urétéroscopes souples optique fibrés. La source laser était un laser Holmium (Quanta system), le type de fibre le plus utilisé était la fibre 250  $\mu\text{m}$ . l'énergie moyenne était comprise entre 0.5J et 1.5 J et la fréquence moyenne était de 7 Hz. La puissance moyenne était de 5 W

### **Résultats :**

Au total, cinq (05) sondes incrustées retenues chez cinq (05) patients, ont été traitées sur une période de 12 mois entre octobre 2020 et octobre 2021. Les indications de la mise en place des sondes double J étaient essentiellement une lithiase obstructive.

Cinq (05) patients d'âge moyen de 52.8 ans ont été inclus : un homme et quatre femmes, La durée moyenne d'implantation a été de 13.6 mois, chez tous nos patients le diagnostic a été porté par l'intermédiaire de l'uroscanner, l'incrustation intéressait la boucle proximale de la sonde chez la totalité de nos patients (100%), et la boucle distale chez un patient (20%), par ailleurs la totalité de nos patients portaient des calculs concomitants non associés à l'incrustation. Tous nos patients ont été traités par urétéroscopie souple et laser, le succès «stone free » et « stent free » définis respectivement par l'absence de fragments résiduels et l'ablation complète des sondes double J, était noté chez la totalité de nos patients. La durée moyenne d'hospitalisation était de 2.2 jours et du geste opératoire 85 min, aucun patient n'a présenté de complications postopératoires.

### **Conclusion :**

Au terme de ce travail, on conclut que la prise en charge des incrustations des sondes double J par urétéroscopie souple et laser, constitue une technique performante de faible morbidité et d'une grande efficacité, pouvant être ainsi utilisée comme traitement de premier choix, pour la prise en charge de cette complication.

## **ABSTRACT**

### **Introduction:**

Ureteral stent have been commonly used in urology for over 20 years. The encrustation defined by the obstruction of the catheter by calcic debris, remains a frequent phenomenon, well described, making sometimes the removal of the stent difficult. The main contributing factors are: the duration of drainage, a history or concomitant lithiasis, a urinary tract infection or bacterial colonization, pregnancy and chemotherapy. The treatment depends on the importance of the incrustation and in particular of the proximal loop.

### **Objective:**

The objective of our work is to have an overview of the experience of the urology department at the Hassan II University Hospital of Fez, in the management of stents encrustations by flexible and laser ureteroscopy and to evaluate the results obtained in particular the effectiveness and tolerance of this technique.

### **Material and method:**

This study is a descriptive, retrospective analysis of five (05) cases with ureteral stents complicated by encrustation, treated by flexible and laser ureteroscopy, at the department of urology and renal transplantation, Hassan II University Hospital, Fez.

Epidemiological data, operative data, results and finally complications were collected and analyzed.

We used flexible fiberoptic ureteroscopes. The laser source was a Holmium laser (Quanta system), the type of fiber most used was the 250 µm fiber. The average energy was between 0.5 J and 1.5 J and the average frequency was 7 Hz. The average power was 5 W

**Results:**

A total of five (05) stents, retained in five (05) patients, were treated over a 12-month period between October 2020 and October 2021. The indications for the placement of the stents were mainly obstructive lithiasis.

Five (05) patients with an average age of 52.8 years were included: one man and four women, the average duration of implantation was 13.6 months, in all our patients the diagnosis was made through computed tomography, the incrustation concerned the proximal loop of the catheter in all of our patients (100%), and the distal loop in one patient (20%), moreover all of our patients had concomitant calculi not associated with the incrustation. All our patients were treated by flexible ureteroscopy and laser, the success "stone free" and "stent free" defined respectively by the absence of residual fragments and the complete ablation of the stent, was noted in all our patients. The average length of hospitalization was 2.2 days and the operative procedure 85 min, no patient presented postoperative complications.

**Conclusion:**

At the end of this work, we conclude that the management of stents encrustations by flexible ureteroscopy and laser, constitutes a powerful technique with low morbidity and high efficiency, which can be used as a first choice treatment for the management of this complication.

## المخلص

### مقدمة:

يشيع استخدام الستيت الحالب في المسالك البولية لأكثر من 20 عامًا. يظل القشرة التي تم تحديدها من خلال انسداد القسطرة بواسطة الحطام الكلسي ظاهرة متكررة ، موصوفة جيدًا ، مما يجعل إزالة الدعامة أمرًا صعبًا في بعض الأحيان. العوامل الرئيسية المساهمة هي: مدة التصريف ، التاريخ أو الحصيات المصاحبة ، عدوى المسالك البولية أو الاستعمار البكتيري ، الحمل والعلاج الكيميائي. يعتمد العلاج على أهمية القشرة وخاصة الحلقة القريبة.

### موضوعي:

الهدف من عملنا هو الحصول على لمحة عامة عن تجربة قسم المسالك البولية في مستشفى جامعة الحسن الثاني بفاس ، في إدارة قشور الدعامات عن طريق تنظير الحالب المرن والليزر وتقييم النتائج التي تم الحصول عليها بشكل خاص فعالية وتحمل هذه التقنية.

### المواد وطريقة:

هذه الدراسة عبارة عن تحليل وصفي بأثر رجعي لخمسة (05) حالات مع دعامات حالب معقدة بسبب القشرة ، عولجت بمنظار الحالب المرن والليزر ، بقسم جراحة المسالك البولية وزراعة الكلى ، مستشفى الحسن الثاني الجامعي ، فاس.

تم جمع وتحليل البيانات الوبائية والبيانات العملية والنتائج وأخيرًا المضاعفات.

استخدمنا مناظير الحالب الليفية المرنة. كان مصدر الليزر عبارة عن ليزر هولميوم) نظام كوانتا (، وكان نوع الألياف الأكثر استخدامًا هو الألياف 250 ميكرومتر. كان متوسط الطاقة بين 0.5 جول و 1.5 جول ومتوسط التردد 7 هرتز. كان متوسط القوة 5 واط

### نتائج:

تم علاج ما مجموعه خمسة (05) دعامات في خمسة (05) مرضى ، على مدى 12 شهرًا بين أكتوبر 2020 وأكتوبر 2021. كانت المؤشرات الخاصة بوضع الدعامات عبارة عن تحسّن انسدادى بشكل أساسي. تم تضمين خمسة (05) مرضى بمتوسط عمر 52.8 عامًا: رجل واحد وأربع نساء ، كان متوسط مدة

الزراعة 13.6 شهرًا ، في جميع مرضانا تم التشخيص من خلال التصوير المقطعي المحوسب ، يتعلق القشرة بالحلقة القريبة من قسطرة في جميع مرضانا (100) % (، والحلقة البعيدة في مريض واحد (20) % (، علاوة على ذلك ، كان لدى جميع مرضانا حسابات مصاحبة غير مرتبطة بالقشور ، تم علاج جميع مرضانا عن طريق تنظيف الحالب المرن والليزر ، وهذا النجاح " لوحظ في جميع مرضانا أن الخالي من الحجر" و "خالية من الدعامات" التي تم تحديدها على التوالي من خلال عدم وجود شظايا متبقية والاستئصال الكامل للدعامات . كان متوسط طول الاستشفاء 2.2 يوم والإجراء الجراحي 85 دقيقة ، ولم يظهر أي مريض مضاعفات ما بعد الجراحة.

### استنتاج:

في نهاية هذا العمل ، نستنتج أن إدارة قشور الدعامات عن طريق تنظيف الحالب المرن والليزر ، يشكل تقنية قوية مع معدلات مرضة منخفضة وكفاءة عالية ، والتي يمكن استخدامها كخيار أول للعلاج لإدارة هذه المضاعفات.



# RÉFÉRENCES

- [1]. Davies DV, Coupland RE. *Grey's anatomy, 34th ed.* Orient Longman, Harrow, Essex, UK, 1989, 1538–1540.
- [2]. McMinn RMH. *Last's Anatomy, Regional and Applied, 9th ed.* Churchill Livingstone, Elsevier, UK, 2013, 371.
- [3]. Schenkman NS. Standard anatomy and variants. In: Ureter Anatomy, (Gest TR, ed). Medscape, New York, US. 2013
- [4]. Knipe H, Butler, I. Ureter. Available at: <https://Radiopaedica.org/articles/ureter> (accessed October 19, 2016).
- [5]. Butler P, Mitchell A, Healy JC. *Applied radiological anatomy, 2nd ed.* Cambridge University Press, 2012, 110–113.
- [6]. Ryan S, McNicholas M, Eustace S. *Anatomy for diagnostic imaging, 2e.* Saunders Ltd., 2004.
- [7]. Pal M. Urogynecology & pelvic reconstructive surgery. April 2016. Available at: <http://www.teachMeanAnatomy.info> (accessed October 19, 2016)
- [8]. Schlossberg L, Zuidema GD. 1997. The John Hopkins Atlas of Human Functional Anatomy. Available at: <http://www.radiopaedia.org/articles/ureter> (accessed October 19, 2016).
- [9]. Urinary Systems. Ureter. Chapter 33. 2016. Available at: <http://www.mananatomy.com/body-systems/urinary-system/ureter> (accessed October 19, 2016).
- [10]. My KenHub. The Ureter. n.d. Available at: <http://www.kenhub.com/en/library/anatomy/the-ureters> (accessed October 19, 2021).
- [11]. Anatomy of the Ureter. 2015. Available at: <http://www.emedicine.medscape.com/article/378075-overview> (accessed October 19, 2021).

- [12]. Anatomy of the Ureter. December 2015. Available at: <http://www.anatomyatlases.org/> AnatomicVariants (accessed October 19, 2021)
- [13]. Kulkarni, Ravi, ed. *Ureteric stenting*. John Wiley & Sons, 2017.
- [14]. Perry SV, Grand RJA. Mechanisms of contraction and the specialised protein components of smooth muscle. *British Medical Bulletin* 1979;35:219–226.
- [15]. Notley RG. Ureteral morphology: anatomic and clinical consideration. *Urology* 1968;XII:8–14.
- [16]. Gosling JA, Dixon JS, Humpherson JR. *Functional anatomy of the urinary tract*. Churchill Livingstone. Edinburgh, London, New York, pp 2.2–2.13, 1983.
- [17]. Englemann TW. Zur Physiologie des ureters. *Pflugers Archiv fur die gesamte Physiologie* 1869;2:243–293.
- [18]. Schulman CC. Electron microscopy of the human ureteric innervations. *British Journal of Urology* 1974;46:609–623.
- [19]. Prosser CL, Smith CE, Melton CE. Conduction of action potentials in the ureter of the rat. *American Journal of Physiology* 1955;181:651–660.
- [20]. O’Conor VJ, Dawson-Edwards P. (1959) Role of the ureter in renal transplantation. 1. Studies of denervated ureter with particular reference to ureteroureteral anastomosis. *Journal of Urology* 1959;82:566–572.
- [21]. Wharton LR. The innervations of the ureter with respect to denervation. *Journal of Urology* 1932;28:639–673.
- [22]. Melick WF, Naryka JJ, Schmidt JH. Experimental studies of ureteral peristaltic patterns on the pig. II Myogenic activity of the pig ureter. *Journal of Urology* 1961;86:46–50.

- [23]. Malin JM, Deane RF, Boyarsky S. Characterization of adrenergic receptors in human ureter. *British Journal of Urology* 1970;42:171-174.
- [24]. Malin J M, Boyarsky S, Labay P, Gerber C. In vitro isometric studies of ureteral smooth muscle. *Journal of Urology* 1968;99:396-398.
- [25]. Weiss RM, Bassett AL, Hoffman BF. Adrenergic innervations of the ureter, *Investigative Urology* 1978;16:123-127.
- [26]. Weiss RM. Ureteral pharmacology. In: Finkbeiner AE, Barbour GL, Bissada NK. *Pharmacology of the urinary tract and the male reproductive system*. Appleton- Century-Crofts, New York, pp 137-173, 1982.
- [27]. Lapidus J. The physiology of the intact human ureter. *Journal of Urology* 1948;59:501-537.
- [28]. Griffiths DJ, Notschaelen C. The mechanics of urine transport in the upper urinary tract: 1. The dynamics of the isolated bolus. *Neurourology and Urodynamics* 1983;2:155-166.
- [29]. Ross JA, Edmond P, Kirkland IS. *Behaviour of the human ureter in health and disease*. Churchill Livingstone, Edinburgh and London, pp 24-27, 1972
- [30]. Bozler E. The activity of the pacemaker previous to the discharge of a muscle impulse. *American Journal Physiology* 1942;136:543-560
- [31]. Rose JG, Gillenwater JY. Effects of obstruction upon ureteral function. *Urology* 1978;12:139-145.
- [32]. Djurhuus JC, Constantinou CE. Chronic ureteric obstruction and its impact on the coordinating mechanism of peristalsis (pyeloureteric pacemaker system). *Urological Research* 1982;10:267-270.
- [33]. Rose JG, Gillenwater JY. Effects on obstruction upon ureteral function. *Urology* 1973;12:139-145.

- [34]. Hausman M, Biancani P, Weiss RM. Obstruction induced changes in longitudinal force-length relations of the rabbit ureter. *Investigative Urology* 1979;17:223-226.
- [35]. Biancani P, Hausman M, Weiss RM. Effects of obstruction on ureteral circumferential force-length relations. *American Journal of Physiology* 1982;243:F204-F210.
- [36]. Cole RS, Fry CH, Shuttleworth KED. The action of prostaglandins on isolated human ureteric smooth muscle. *British Journal of Urology* 1988;61:19-26.
- [37]. Chew, Ben H., Bodo E. Knudsen, and John D. Denstedt. "The use of stents in contemporary urology." *Current opinion in Urology* 14.2 (2004): 111-115.
- [38]. Mohan-Pillai, K., et al. "Endourological management of severely encrusted ureteral stents." *Journal of endourology* 13.5 (1999): 377-379.
- [39]. Joshi, H. B., et al. "Characterization of urinary symptoms in patients with ureteral stents." *Urology* 59.4 (2002): 511-516.
- [40]. Nacey, John, and Brett Delahijnt. "The evolution and development of the urinary catheter." *Australian and New Zealand Journal of Surgery* 63.10 (1993): 815-819.
- [41]. Herman, John R. *Urology, a View Through the Retrospectroscope*. HarperCollins Publishers, 1973.
- [42]. Kardeh, Sina, et al. "The urinary catheter and its significant applications described by Avicenna (980-1037 AD) in the canon of medicine." *Urology* 84.5 (2014): 993-996.
- [43]. Moll, Friedrich, and P. Rathert. "The surgeon and his intention: Gustav Simon (1824-1876), his first planned nephrectomy and further contributions to urology." *World journal of urology* 17.3 (1999): 162-167.

- [44]. Arcadi, John A. "Dr. James Brown and catheterization of the male ureter: June 9, 1893." *Urology* 54.1 (1999): 188–192.
- [45]. Herdman, J. P. "Polythene tubing in the experimental surgery of the ureter." *Journal of British Surgery* 37.145 (1949): 105–106.
- [46]. Tulloch, W. S. "Restoration of the continuity of the ureter by means of polythene tubing." *British journal of urology* 24.1 (1952): 42–45.
- [47]. Blum, John, Charles Skemp, and Milton Reiser. "Silicone rubber ureteral prosthesis." *The Journal of urology* 90.3 (1963): 276–280.
- [48]. Zimskind, Paul D., Theodore R. Fetter, and J. Louis Wilkerson. "Clinical use of long-term indwelling silicone rubber ureteral splints inserted cystoscopically." *The Journal of urology* 97.5 (1967): 840–844.
- [49]. Marmar, Joel L. "The management of ureteral obstruction with silicone rubber splint catheters." *The Journal of urology* 104.3 (1970): 386–389.
- [50]. Orikasa, Seiichi, et al. "A new technique for transurethral insertion of a silicone rubber tube into an obstructed ureter." *The Journal of urology* 110.2 (1973): 184–187.
- [51]. Gibbons, Robert P., James Tate Mason, and Roy J. Correa. "Experience with indwelling silicone rubber ureteral catheters." *The Journal of urology* 111.5 (1974): 594–599.
- [52]. Hepperlen, Thomas W., Hal K. Mardis, and Henry Kammandel. "Self-retained internal ureteral stents: a new approach." *The Journal of Urology* 119.6 (1978): 731–733.
- [53]. Finney, Roy P. "Experience with new double J ureteral catheter stent." *The Journal of urology* 167.2 (2002): 1135–1138.

- [54]. Beiko, Darren T., et al. "Urinary tract biomaterials." *The Journal of urology* 171.6 (2004): 2438–2444.
- [55]. Denstedt JD, Wollin TA, Reid G. Biomaterials used in urology: Current issues of biocompatibility, infection, and encrustation. *J Endourol* 1998; 12:493.
- [56]. Hofmann, Rainer, and Rudolf Hartung. "Ureteral stents—materials and new forms." *World Journal of Urology* 7.3 (1989): 154–157.
- [57]. Tunney, Michael M., Patrick F. Keane, and Sean P. Gorman. "Assessment of urinary tract biomaterial encrustation using a modified Robbins device continuous flow model." *Journal of biomedical materials research* 38.2 (1997): 87–93.
- [58]. Reid, Gregor, et al. "Examination of bacterial and encrustation deposition on ureteral stents of differing surface properties, after indwelling in humans." *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 5.3–4 (1995): 171–179.
- [59]. Tunney, M. M., P. F. Keane, and S. P. Gorman. "Bacterial adherence to ureteral stent biomaterials." *European Journal of Pharmaceutical Sciences* 4 (1996): S177.
- [60]. Tunney, M. M., P. F. Keane, and S. P. Gorman. "Encrustation assessment using the Modified Robbins device." *European Journal of Pharmaceutical Sciences* 4 (1996): S177.
- [61]. Robert, Maxime, et al. "Double-J ureteric stent encrustations: clinical study on crystal formation on polyurethane stents." *Urologia internationalis* 58.2 (1997): 100–104.
- [62]. Gorman, Sean P., et al. "Mechanical performance of polyurethane ureteral stents in vitro and ex vivo." *Biomaterials* 18.20 (1997): 1379–1383.

- [63]. Cormio, Luigi. "Ureteric injuries. Clinical and experimental studies." *Scandinavian journal of urology and nephrology. Supplementum* 171 (1995): 1–66.
- [64]. Marx, Myron, et al. "The effects of various indwelling ureteral catheter materials on the normal canine ureter." *The Journal of urology* 139.1 (1988): 180–185.
- [65]. Gorman, S. P., et al. "Characterization and assessment of a novel poly (ethylene oxide)/polyurethane composite hydrogel (Aquavene®) as a ureteral stent biomaterial." *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and the Australian Society for Biomaterials* 39.4 (1998): 642–649.
- [66]. Venkatesan, Nandakumar, et al. "Polymers as ureteral stents." *Journal of endourology* 24.2 (2010): 191–198.
- [67]. Hendlin, Kari, et al. "In vitro evaluation of ureteral stent compression." *Urology* 67.4 (2006): 679–682.
- [68]. Miyaoka, Ricardo, and Manoj Monga. "Ureteral stent discomfort: Etiology and management." *Indian journal of urology: IJU: journal of the Urological Society of India* 25.4 (2009): 455.
- [69]. Jones, David S., et al. "Poly (ε-caprolactone) and poly (ε-caprolactone)–polyvinylpyrrolidone–iodine blends as ureteral biomaterials: characterisation of mechanical and surface properties, degradation and resistance to encrustation in vitro." *Biomaterials* 23.23 (2002): 4449–4458.
- [70]. Christman, Matthew S., et al. "Analysis of ureteral stent compression force and its role in malignant obstruction." *The Journal of urology* 181.1 (2009): 392–396.



- [71]. Calò, Lorenzo A., et al. "ACE2 and angiotensin 1–7 are increased in a human model of cardiovascular hyporeactivity: pathophysiological implications." *Journal of nephrology* 23.4 (2010): 472–477.
- [72]. Kitamura, Tadaichi, Joseph E. Zerwekh, and Charles YC Pak. "Partial biochemical and physicochemical characterization of organic macromolecules in urine from patients with renal stones and control subjects." *Kidney international* 21.2 (1982): 379–386.
- [73]. Robertson, W. G., M. Peacock, and B. E. C. Nordin. "Inhibitors of the growth and aggregation of calcium oxalate crystals in vitro." *Clinica Chimica Acta* 43.1 (1973): 31–37.
- [74]. Chew, Ben H., and John D. Denstedt. "Technology insight: Novel ureteral stent materials and designs." *Nature Clinical Practice Urology* 1.1 (2004): 44–48.
- [75]. John, Tony, et al. "Antibiotic pretreatment of hydrogel ureteral stent." *Journal of endourology* 21.10 (2007): 1211–1216.
- [76]. Lingeman, James E., et al. "Use of a temporary ureteral drainage stent after uncomplicated ureteroscopy: results from a phase II clinical trial." *The Journal of urology* 169.5 (2003): 1682–1688.
- [77]. Chew BH, Paterson RF, Clinkscales KW, Levine BS, Shalaby SW, Lange D. In vivo evaluation of the third generation biodegradable stent: a novel approach to avoiding the forgotten stent syndrome. *J Urol.* 2013;189(2):719–725. doi: 10.1016/j.juro.2012.08.202. Epub 2012 Oct 8.
- [78]. Pétaş, Anssi, et al. "Bacterial adherence to self–reinforced polyglycolic acid and self–reinforced polylactic acid 96 urological spiral stents in vitro." *Biomaterials* 19.7–9 (1998): 677–681.

- [79]. Sofer, Mario, et al. "Ureteral segmental replacement using multilayer porcine small-intestinal submucosa." *Journal of endourology* 16.1 (2002): 27–31.
- [80]. AMIEL, GILAD E., et al. "Tissue engineered stents created from chondrocytes." *The Journal of urology* 165.6 Part 1 (2001): 2091–2095.
- [81]. De Petriconi, R., and T. Zores. "Dérivation du haut appareil urinaire par sonde urétérale, double J, néphrostomie ou pontage interne. Principes, techniques et complications." *EMC Tech Chir Urol* 7.3 (2014): 41–140.
- [82]. Saltzman, Brian. "Ureteral stents: indications, variations, and complications." *Urologic Clinics of North America* 15.3 (1988): 481–491.
- [83]. Ramsay, J. W. A., et al. "The effects of double J stenting on unobstructed ureters. An experimental and clinical study." *British journal of urology* 57.6 (1985): 630–634.
- [84]. Mardis, Hal K., et al. "Polyethylene double-pigtail ureteral stents." *Urologic Clinics of North America* 9.1 (1982): 95–101.
- [85]. Culkin, Daniel J., et al. "Anatomic, functional, and pathologic changes from internal ureteral stent placement." *Urology* 40.4 (1992): 385–390.
- [86]. AFU Association française d'urologie. Sonde double J, pose d'une sonde JJ.
- [87]. Andriole, Gerald L., et al. "Indwelling Double-J ureteral stents for temporary and permanent urinary drainage: Experience with 87 patients." *The Journal of urology* 131.2 (1984): 239–241.
- [88]. Tsugaya, Masayuki, et al. "A new technique of ureteric catheterization." *European urology* 19 (1991): 45–48.
- [89]. Mosli, Hisham A., et al. "Vesicoureteral reflux in patients with double pigtail stents." *The Journal of urology* 146.4 (1991): 966–969.

- [90]. De Petriconi, R., et al. "La sonde urétérale double «J»: méthode sans complication?." *Journal d'urologie* 93.5 (1987): 259–261.
- [91]. Mosayyebi, Ali, et al. "Engineering solutions to ureteral stents: material, coating and design." *Central European journal of urology* 70.3 (2017): 270.
- [92]. Zhao, Jing, et al. "A novel ureteral stent material with antibacterial and reducing encrustation properties." *Materials Science and Engineering: C* 68 (2016): 221–228.
- [93]. Dyer, Raymond B., et al. "Complications of ureteral stent placement." *Radiographics* 22.5 (2002): 1005–1022.
- [94]. Duty, Brian, et al. "Medical malpractice in endourology: analysis of closed cases from the State of New York." *The Journal of urology* 187.2 (2012): 528–532.
- [95]. Small, Alexander C., et al. "Emerging mobile platforms to aid in stone management." *Urologic Clinics* 46.2 (2019): 287–301.
- [96]. Cao, Zhiqiang, Jing Zhao, and Ke Yang. "Cu-bearing stainless steel reduces cytotoxicity and crystals adhesion after ureteral epithelial cells exposing to calcium oxalate monohydrate." *Scientific reports* 8.1 (2018): 1–8.
- [97]. Ibilbor, Christine, et al. "Impact of retained ureteral stents on long-term renal function." *Urology Practice* 6.2 (2019): 107–111.
- [98]. El-Faqih, S. R., et al. "Polyurethane internal ureteral stents in treatment of stone patients: morbidity related to indwelling times." *The Journal of urology* 146.6 (1991): 1487–1491.
- [99]. Kawahara, Takashi, et al. "Ureteral stent encrustation, incrustation, and coloring: morbidity related to indwelling times." *Journal of endourology* 26.2 (2012): 178–182.

- [100]. Tunney, M. M., et al. "Comparative assessment of ureteral stent biomaterial encrustation." *Biomaterials* 17.15 (1996): 1541–1546.
- [101]. Shabeena, K. S., et al. "Characteristics of bacterial colonization after indwelling double-J ureteral stents for different time duration." *Urology annals* 10.1 (2018): 71.
- [102]. Beysens, Matthias, and Thomas O. Tailly. "Ureteral stents in urolithiasis." *Asian journal of urology* 5.4 (2018): 274–286.
- [103]. Evans, Howard J., and Tim A. Wollin. "The management of urinary calculi in pregnancy." *Current opinion in urology* 11.4 (2001): 379–384.
- [104]. Gristina, Anthony G. "Biomaterial-centered infection: microbial adhesion versus tissue integration." *Science* 237.4822 (1987): 1588–1595.
- [105]. Lange, Dirk, et al. "Ureteral stent-associated complications—where we are and where we are going." *Nature Reviews Urology* 12.1 (2015): 17–25.
- [106]. Tomer, Nir, et al. "Ureteral Stent Encrustation: Epidemiology, Pathophysiology, Management and Current Technology." *The Journal of Urology* 205.1 (2021): 68–77.
- [107]. Gleeson, MALACHY J., et al. "Comparative in vitro encrustation studies of biomaterials in human urine." *ASAIO transactions* 35.3 (1989): 495–498.
- [108]. Tieszer, Christina, Gregor Reid, and John Denstedt. "XPS and SEM detection of surface changes on 64 ureteral stents after human usage." *Journal of biomedical materials research* 43.3 (1998): 321–330.
- [109]. Vanderbrink, Brian A., et al. "Encrusted urinary stents: evaluation and endourologic management." *Journal of endourology* 22.5 (2008): 905–912.

- [110]. Acosta-Miranda, Alex M., John Milner, and Thomas MT Turk. "The FECal Double-J: a simplified approach in the management of encrusted and retained ureteral stents." *Journal of endourology* 23.3 (2009): 409-415.
- [111]. Arenas, Javier L., et al. "Kidney, ureter, and bladder (KUB): a novel grading system for encrusted ureteral stents." *Urology* 97 (2016): 51-55.
- [112]. Riedl, Claus R., et al. "Heparin coating reduces encrustation of ureteral stents: a preliminary report." *International journal of antimicrobial agents* 19.6 (2002): 507-510.
- [113]. Forbes, Connor, et al. "Innovations in ureteral stent technology." *Urologic Clinics* 46.2 (2019): 245-255.
- [114]. Venkatesan, Nandakumar, et al. "Polymers as ureteral stents." *Journal of endourology* 24.2 (2010): 191-198.
- [115]. Ahmed, Enas M. "Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review." *Journal of advanced research* 6.2 (2015): 105-121.
- [116]. Al-Aown, Abdulrahman, et al. "Ureteral stents: new ideas, new designs." *Therapeutic advances in urology* 2.2 (2010): 85-92.
- [117]. Pearle, Margaret S., et al. "Medical management of kidney stones: AUA guideline." *The Journal of urology* 192.2 (2014): 316-324.
- [118]. Borboroglu, Prodromos G., and Christopher J. Kane. "Current management of severely encrusted ureteral stents with a large associated stone burden." *The Journal of urology* 164.3 Part 1 (2000): 648-650.
- [119]. M.Mustapha ahsaini comment réaliser une urétérorénoscopie souple associé au laser holmium pour obtention de diplôme de spécialité en médecine.

- [120]. Bukkapatnam, Raviender, John Seigne, and Mohamed Helal. "1-step removal of encrusted retained ureteral stents." *The Journal of urology* 170.4 Part 1 (2003): 1111-1114.
- [121]. Dakkak, Y., et al. "Management of encrusted ureteral stents." *African Journal of Urology* 18.3 (2012): 131-134.
- [122]. Thomas, Alexandre, et al. "Prospective analysis of a complete retrograde ureteroscopic technique with holmium laser stent cutting for management of encrusted ureteral stents." *Journal of endourology* 31.5 (2017): 476-481.
- [123]. Traxer, O., E. Lechevallier, and C. Saussine, [Flexible ureteroscopy with Holmium laser: technical aspects]. *Prog Urol*, 2008. 18(12): p. 929-37.
- [124]. Persky, Lester, et al. "The overlooked, retained Double J stent." *Urology* 36.6 (1990): 519-521.
- [125]. Monga, Manoj, et al. "The forgotten indwelling ureteral stent: a urological dilemma." *The Journal of urology* 153.6 (1995): 1817-1819.
- [126]. Flam, Thierry A., et al. "Extracorporeal shock-wave lithotripsy to remove calcified ureteral stents." *Urology* 36.2 (1990): 164-165.
- [127]. Singh, Iqbal, et al. "Severely encrusted polyurethane ureteral stents: management and analysis of potential risk factors." *Urology* 58.4 (2001): 526-531.
- [128]. CANBY-HAGINO, EDITH D., RAMON D. CABALLERO, and WILLIAM J. HARMON. "Intraluminal pneumatic lithotripsy for the removal of encrusted urinary catheters." *The Journal of urology* 162.6 (1999): 2058-2060.



أطروحة رقم 22/027

سنة 2022

## إدارة قشور المجس المزدوج عن طريق تنظير الحالب المرن والليزر

( بصد 05 حالات )

### الأطروحة

قدمت و نوقشت علانية يوم 2022/01/21

### من طرف

السيد يوسف لقطوبي

المزداد في 14 دجنبر 1996 بمراكش

## لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

### الكلمات المفتاحية

الحالب - المجس المزدوج - الليزر هوليوم - الحصى

### اللجنة

الرئيس والمشرف	السيد مولاي حسن فريح أستاذ في جراحة المسالك البولية
أعضاء	السيد جلال الدين العماري أستاذ في جراحة المسالك البولية
	السيد تازي محمد فضل أستاذ في جراحة المسالك البولية
	السيد ملاس سفيان أستاذ في علم التشريح