

PARTIE F

Apport de l'imagerie dans l'hypertrophie bénigne prostatique

J.L. Descotes, J. Hubert

Apport de l'imagerie dans l'hypertrophie bénigne prostatique

J.L. Descotes, J. Hubert

A. INTRODUCTION

Chez un patient présentant une sémiologie de « prostatisme », l'urologue doit déterminer si ces symptômes sont en relation avec une obstruction prostatique ou non.

La responsabilité de l'hypertrophie prostatique dans l'apparition de ces signes fonctionnels mictionnels dénommés LUTS (Lower Urinary Tract Symptoms) est appréciée par différents paramètres; les examens para-cliniques donnent des informations indispensables à la compréhension de certains troubles mictionnels qui ne sont pas forcément corrélés avec la taille de l'adénome ou avec la présence d'un obstacle sous-vésical [27- 47-56].

L'hypertrophie bénigne prostatique, définie comme une augmentation du volume de la zone de transition, et par conséquent du volume de la glande prostatique est responsable de signes d'obstruction regroupés sous le terme BOO (Bladder Outlet Obstruction).

L'hypertrophie bénigne prostatique provoque aussi des modifications histologiques et anatomiques de la vessie. Ces modifications peuvent avoir d'autres explications dont l'âge et certaines pathologies dont les conséquences vésicales sont habituelles : diabète, vessie neurologique. Elles peuvent expliquer la dysurie en l'absence d'obstacle prostatique. [12-33]

Actuellement le risque d'atteinte et de retentissement sur le haut appareil urinaire d'une hypertrophie prostatique est devenu exceptionnel en raison du suivi des patients.

B. APPORT DE L'IMAGERIE DANS LE DIAGNOSTIC POSITIF D'UNE OBSTRUCTION PROSTATIQUE ET DE SON RETENTISSEMENT VÉSICAL

I. L'ESSENTIEL

- Le diagnostic d'hypertrophie bénigne de prostate repose sur l'interrogatoire et l'histoire clinique : mesure itérative du score IPSS (International Prostate Symptom Score), débitmétrie mictionnelle et toucher rectal. [42]
- Utilisés de manière isolée, ces paramètres ont une faible valeur prédictive de l'obstruction sous vésicale. [50]
- Le bilan radiologique intervient à plusieurs niveaux :
 - analyse du retentissement de l'obstruction prostatique avec la mesure du résidu post mictionnel et recherche de complications au niveau vésical et au niveau du haut appareil urinaire.
 - analyse précise du volume prostatique dont dépendent les indications thérapeutiques
 - suivi de l'obstruction prostatique, des modifications de la glande, du résultat sur le plan mictionnel et sur la vidange vésicale d'un traitement mis en route. [1]
- L'imagerie donne des informations d'ordre anatomique mais aucun renseignement sur la qualité de la miction dont l'analyse repose sur la débitmétrie mictionnelle et le cas échéant sur le bilan urodynamique avec mesure des courbes pression /débit.
- Le dosage du PSA complète le bilan prostatique.

II. SANS OUBLIER

1. La débitmétrie mictionnelle

a) Les pièges de la débitmétrie

Ils sont bien connus des urologues

- miction insuffisante lors de la réalisation de cet examen: un volume inférieur à 150 cc est considéré comme non significatif.
- volume mictionnel anormalement élevé parfois lié à un délai trop important entre la dernière miction et la consultation ; certains patients qui attendent trop longtemps avant d'effectuer leur débitmétrie ont une miction de moins bonne qualité, avec un risque de majoration de la mesure du résidu post mictionnel.
- poussée abdominale majorant les chiffres de débit maximum .

b) Les résultats de la débitmétrie

La débitmétrie est un examen simple utilisé de manière quotidienne par les urologues. Un débit maximum inférieur à 10 ml / sec traduit en général une obstruction sévère tandis qu'un débit supérieur à 15 ml / seconde élimine à priori ce diagnostic, sous réserve d'une pression vésicale normale et/ou de l'absence de poussée abdominale [23] (*Figure 1*).

2. Le rôle de l'échographie

a) La mesure du résidu post-mictionnel

Elle repose sur l'échographie sus-pubienne avec une sonde 3 à 5 MHz.

Le calcul du volume résiduel post mictionnel est effectué en multipliant les trois distances (transversale antéropostérieure et sagittale) de la glande prostatique par 0,52.

- un résidu est considéré comme significatif s'il est supérieur à 100 / 150 cc.
- un résidu inférieur à 20 cc est considéré comme non significatif.

L'utilisation du « Bladder-scan » au lit du malade permet une estimation fiable et rapide du résidu.

Les mesures du résidu post-mictionnel doivent être répétées car il existe une grande variabilité d'une miction à l'autre surtout pour des volumes résiduels importants. [18]

L'existence d'un résidu post-mictionnel important est associée à un moins bon résultat de la résection trans-urétrale de prostate [29-34]. Par contre, le résidu n'est pas forcément corrélé au score IPSS ou au volume prostatique (*Figure 2*).

b) Analyse échographique du retentissement de l'obstacle.

• Sur la vessie

L'échographie sus-pubienne avec une sonde basse fréquence doit détecter l'existence:

- de calculs vésicaux,
- de diverticules vésicaux plus ou moins importants,
- d'une dilatation du haut appareil urinaire.

Elle permet par ailleurs l'analyse de l'épaisseur de la paroi vésicale, l'hypertrophie détrusorienne étant considérée comme un signe indirect vésical du retentissement de l'obstruction prostatique.

Cette dernière mesure est difficile car l'épaisseur de la paroi vésicale varie avec le remplissage vésical.

Certaines études considèrent qu'il faut analyser l'épaisseur de la paroi vésicale avec un volume urinaire constant aux alentours de 150 cc. La mesure est alors reproductible 9 fois sur 10 et elle permet de reconnaître les patients avec une obstruction. Lorsque l'épaisseur de la paroi vésicale dépasse 5 mm, les mesures pressions / débit confirment le diagnostic d'obstruction dans 86 % des cas. [31]

BROSS propose la mesure de la tension pariétale de la vessie comme facteur pronostic d'un geste chirurgical. [13] (*Figure 3*)

• Sur le haut appareil urinaire:

L'urographie intraveineuse a perdu sa place dans le bilan du haut appareil urinaire pour hypertrophie bénigne prostatique. Dans des séries anciennes, 73 à 92 % des patients avec une sémiologie d'obstruction du bas appareil urinaire présentaient une urographie intraveineuse normale. [18]

L'échographie remplace l'UIV dans la recherche d'une dilatation de la voie excrétrice (3 à 13 % des patients) ; elle permet de dépister des pathologies associées sur les reins. Le dosage de la créatininémie est l'examen recommandé dans l'évaluation du retentissement d'un obstacle prostatique sur le haut appareil urinaire [32] (*Figure 4*).

III. POUR EN SAVOIR PLUS

1. L'échographie endorectale et le dosage du PSA

L'échographie endorectale associée au dosage du PSA a un rôle essentiel dans le dépistage du cancer prostatique (cf Partie C chapitre I).

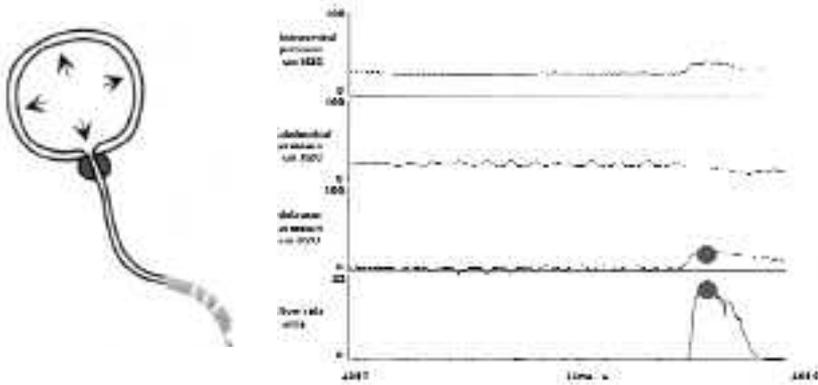
Dans sa forme typique, la zone de transition apparaît hypo-échogène par rapport à la zone périphérique dont l'échogénicité est supérieure. Très souvent, la zone de transition apparaît hétérogène en échographie avec parfois des calcifications sous la forme de structures hyperéchogènes le plus souvent autour des glandes péri-urétrales.

Des calcifications peuvent être visibles le long de la capsule chirurgicale ainsi que des lésions kystiques [15-28].

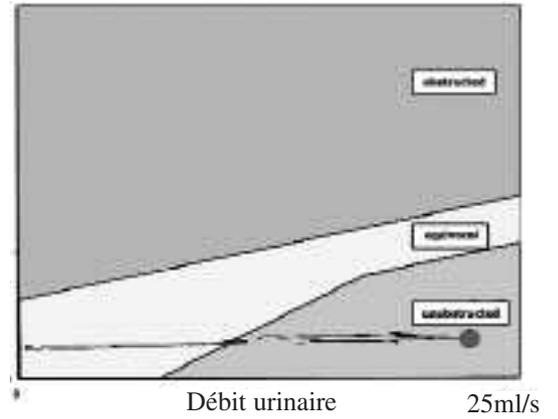
2. Le Doppler

Au Doppler, la zone de transition est habituellement hyper-vascularisée tandis que la zone périphérique est hypovascularisée [26].

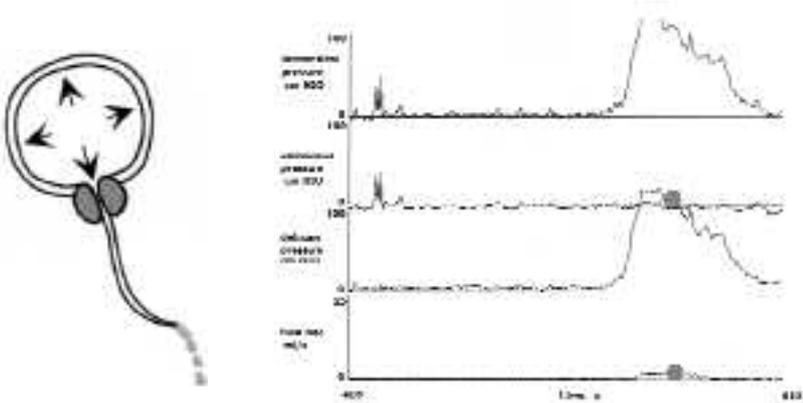
**Faible pression/haut débit =
PAS D'OBSTRUCTION**



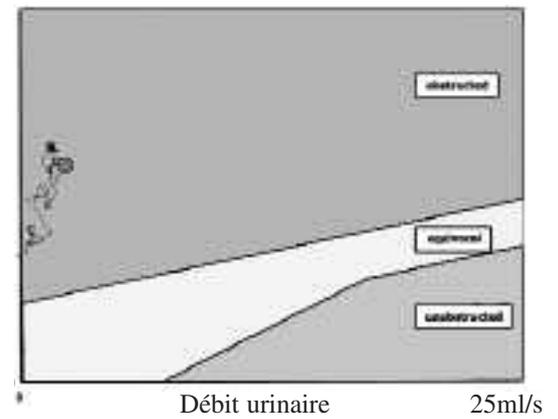
Pression
détrusorienne
200 cm H₂O



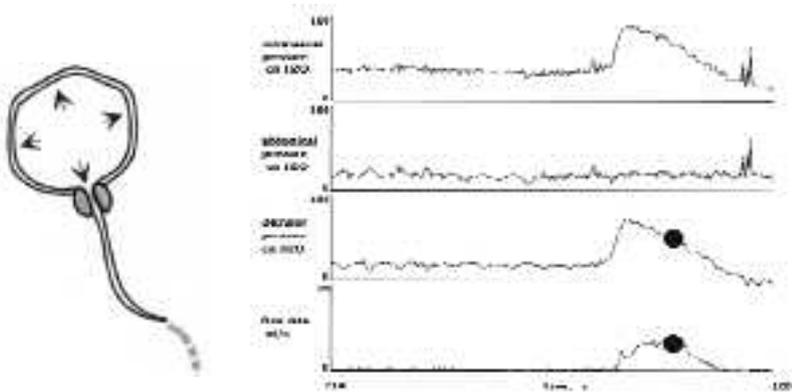
**Haute pression/bas débit =
OBSTRUCTION**



Pression
détrusorienne
200 cm H₂O



**Intermédiaire ou
OBSTRUCTION LÉGÈRE**



Pression
détrusorienne
200 cm H₂O

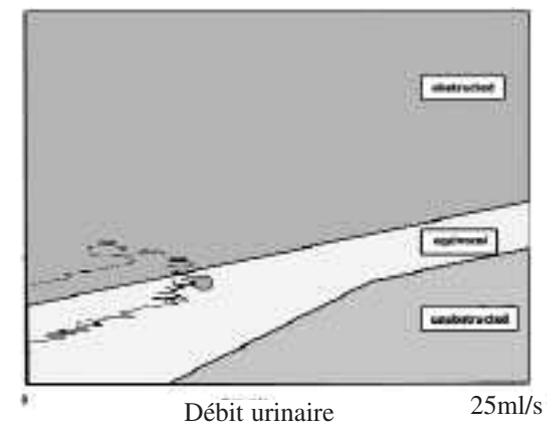


Figure 1 : D'après Proceedings 1995 : 3th consultation HBP

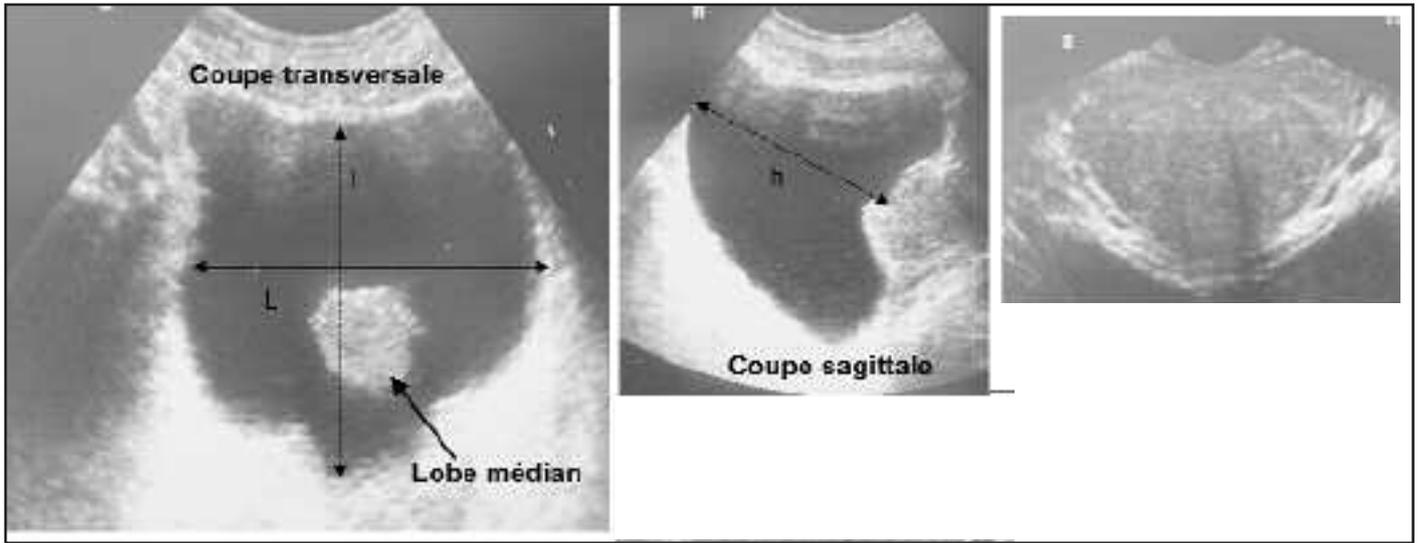


Figure 2 : Résidu vésical en échographie sus pubienne sur HBP : $(L \times l \times h) \times 0,52$

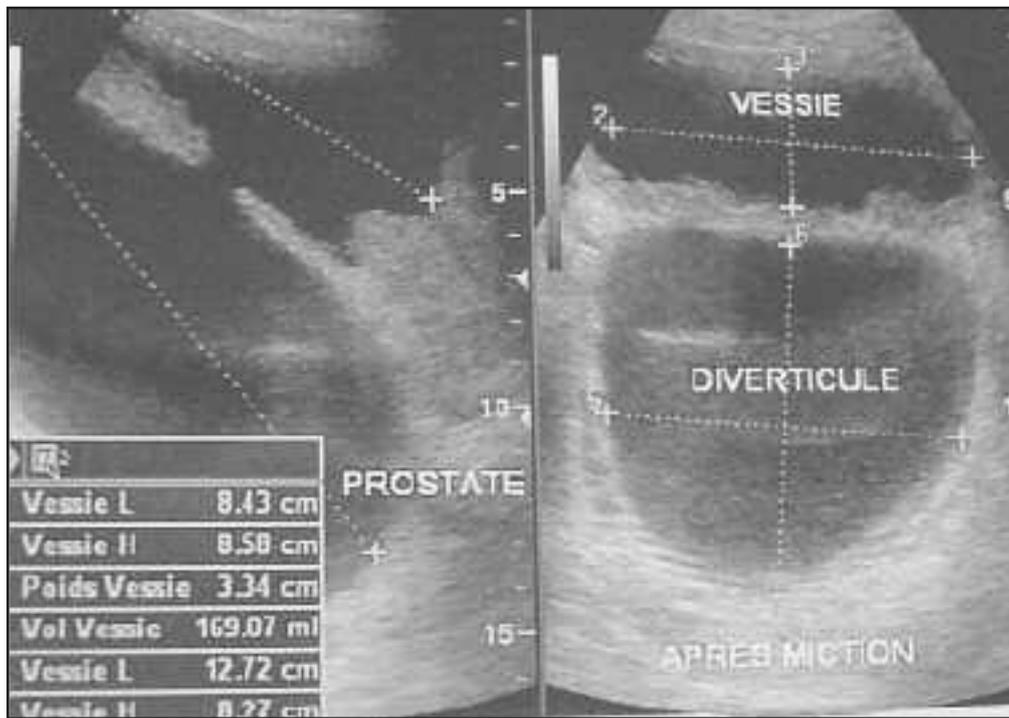
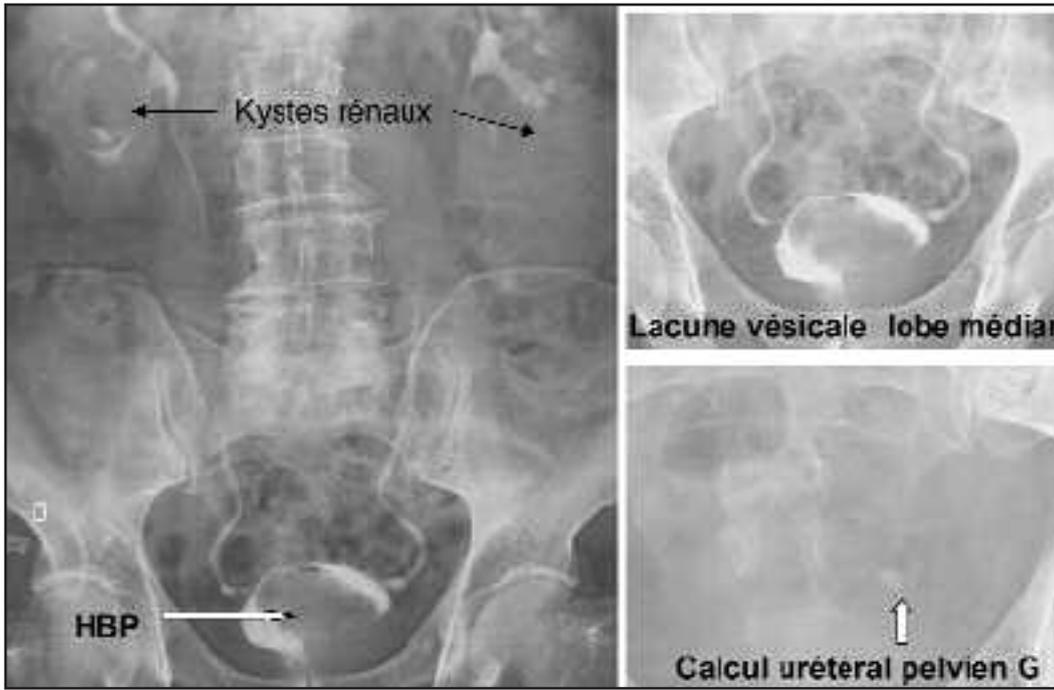


Figure 3 : Image en échographie sus pubienne du retentissement vésical d'un obstacle prostatique



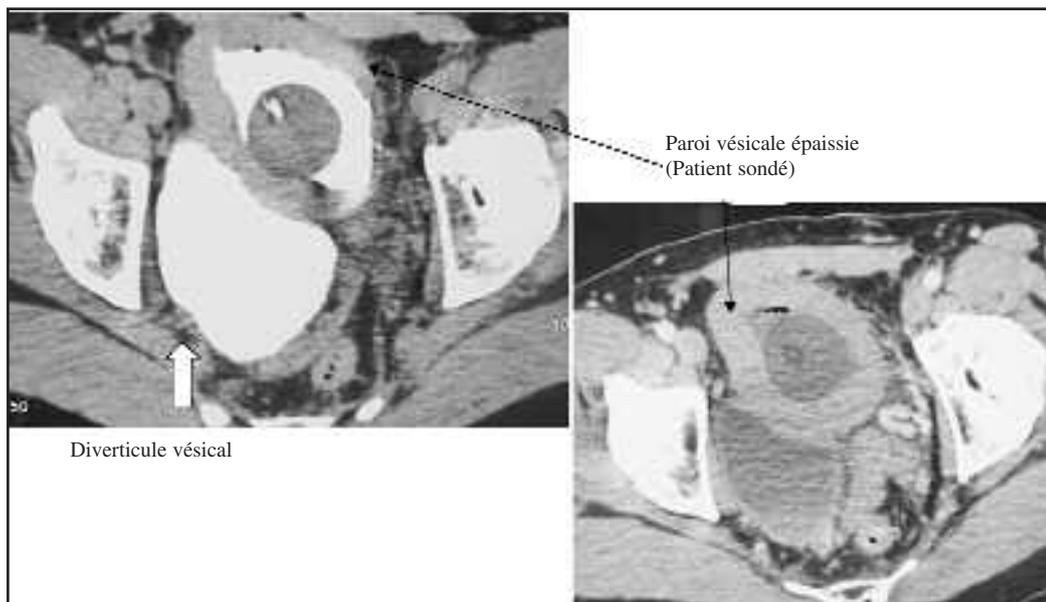
Figure 4 a : Retentissement vésical de l'HBP à l'UIV



*Figure 4 b : Volumineux adé-
nome prostatique et calcul uré-
téral gauche*



*Figure 4 c : Aspect « classique »
des uretères en hameçon*



*Figure 4 d : Volumineux diverti-
cule vésical et épaissement
pariétal vésical sur HBP*

KOJIMA a été l'initiateur de plusieurs études sur l'index de résistance vasculaire dans l'hypertrophie bénigne de prostate. Il montre que cet index augmente de manière significative dans l'HBP et revient à des valeurs normales après traitement chirurgical de l'adénome [25].

Un index de résistance vasculaire supérieure à 0,7 serait associé à une obstruction prostatique. TSURU, sur une étude plus récente confirme la corrélation entre l'index de résistance des artères capsulaires de la prostate et l'obstruction [54]. Néanmoins le caractère relativement isolé de ces publications et les nombreux biais sur les calculs des mesures de l'index de résistance doit nous rendre prudent vis-à-vis de l'interprétation de ces données.

Sur le haut appareil urinaire, l'index de résistance vasculaire rénal augmente lors des épisodes de rétention aiguë d'urine [37]. Ces constatations sont difficiles à interpréter et pourraient traduire une diminution du flux intra rénal lors de la décompensation brutale de l'obstruction prostatique.

3. Les diagnostics différentiels : place de l'imagerie

Il n'existe pas de corrélation systématique entre l'hypertrophie prostatique et les troubles mictionnels, ce qui justifie dans certaines situations cliniques des examens complémentaires.

a) L'urétrocystographie rétrograde et mictionnelle

Sa place est réservée au diagnostic différentiel avec les autres causes d'obstruction prostatique en particulier la sclérose du col, la maladie du col de l'homme jeune, la sténose uréthrale (*Figure 5*).

b) Les examens vidéo urodynamiques +/- Electromyographie du sphincter strié urétral

Les explorations urodynamiques sont essentielles chez les patients porteurs d'une pathologie neurologique, pour faire le diagnostic différentiel entre un obstacle anatomique et un obstacle fonctionnel (hypertonie sphinctérienne, dyssynergie vésicosphinctérienne...).

Chez l'homme jeune qui se présente avec un score IPSS élevé, une débitmétrie effondrée et un doute sur l'existence d'un obstacle cervical, cet examen peut être déterminant. [16-57]

c) Examen endoscopique vésical

Bien que fréquemment associée, l'existence de trabéculations au niveau vésical n'est pas spécifique de l'obstruction prostatique [4]. Une vessie instable peut, en l'absence d'obstruction prostatique, se présenter avec une hypertrophie détrusorienne et de nombreuses travées.

8 % des patients « non obstructifs » présentent de nombreuses trabéculations vésicales, et 15 % des patients « obstructifs » ont une cystoscopie normale. [19]

La fibroscopie uréthrale trouve aussi une indication chez les patients présentant une sémiologie essentiellement irritative



Figure 5 : Lithiase vésicale secondaire à une sclérose du col et lithiase urétérale gauche

afin d'éliminer une tumeur de vessie (carcinome in situ...) [30]. Avant traitement chirurgical, la cystoscopie peut orienter le choix de l'urologue entre une approche endoscopique ou une voie haute, mais la place de la fibroscopie dans l'analyse du volume de l'obstruction prostatique reste limitée. [30]

Enfin, en cas d'hématurie macroscopique associée, cet examen doit être systématique (*Figure 6*).

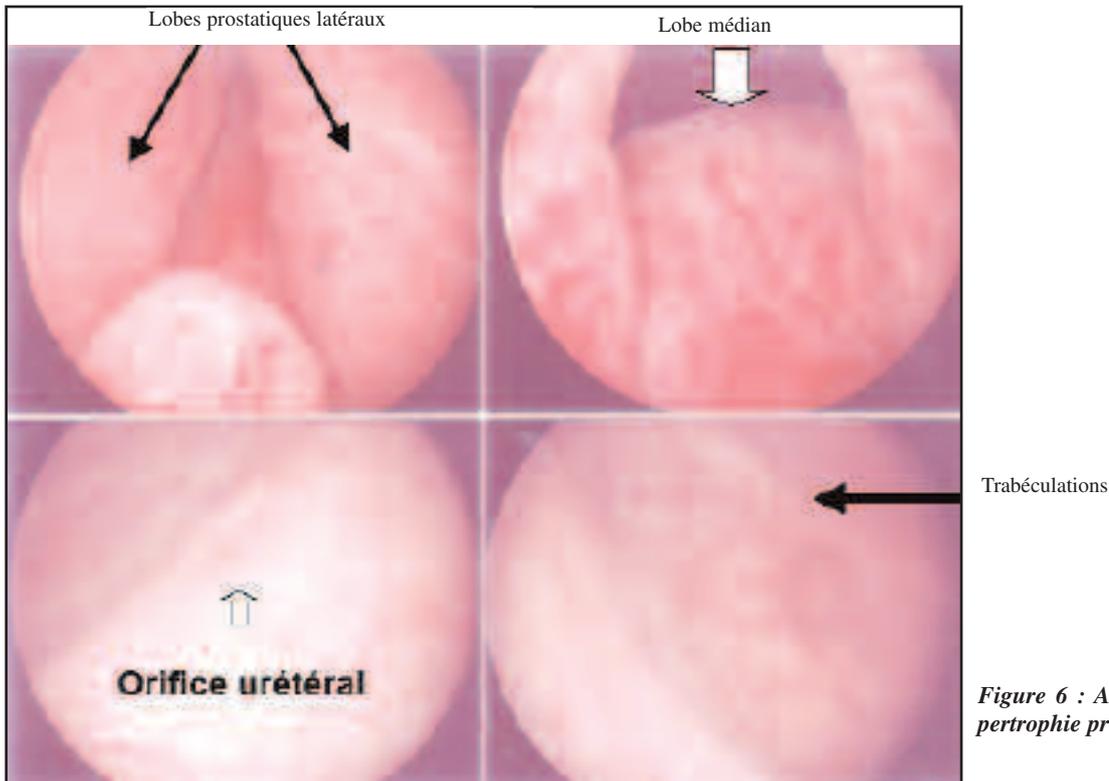


Figure 6 : Aspect en endoscopie de l'hypertrophie prostatique

C. DEVANT UNE HYPERTROPHIE BÉNIGNE DE PROSTATE : PLACE DE L'IMAGERIE DANS LE CHOIX DU TRAITEMENT CHIRURGICAL

Lorsque les troubles mictionnels ont été rapportés à l'hypertrophie prostatique et qu'un traitement chirurgical est envisagé, il devient essentiel de déterminer de manière fiable la taille de l'adénome afin de choisir la voie d'abord chirurgicale (résection par voie trans urétrale ou adénomectomie par voie haute).

I. L'ESSENTIEL

L'évaluation de la taille de l'adénome est définie par le toucher rectal et l'échographie ; la fiabilité de cette estimation est discutée dans la littérature.

L'évaluation du volume de la zone de transition correspond le plus souvent au volume réséqué, et il diffère de celui de la prostate totale.

II. SANS OUBLIER

1. La place de l'échographie

a) Méthode de calcul du volume prostatique

Il a été décrit 14 formules permettant le calcul du volume prostatique [52], avec des coefficients de corrélation variables entre 0,45 et 0,83. [3]

La plus utilisée est la multiplication des trois plus grandes dimensions de la prostate (diamètre transverse maximum, antéropostérieur et hauteur sur le plan sagittal) par 0,52. Il peut exister des erreurs surtout au niveau de la mesure de la longueur dans le plan sagittal de la prostate [20- 21].

La variabilité des mesures de la prostate totale par échographie peut atteindre 30 %. [34].

Le volume prostatique peut aussi être estimé par planimétrie avec un logiciel de calcul automatique intégré à l'échographie, qui en général donne une estimation du volume prostatique supérieure d'environ 20%, plus fiable dans les gros volumes prostatiques que celle donnée par la formule précédente [7-39]. Le même auteur, évaluant la prostate par échographie trans-urétrale, a montré des variations de forme de la prostate en fonction de la présence ou non d'une sonde d'échographie endorectale, et du degré de réplétion de l'ampoule rectale [38- 39] ; ces modifications de forme de la prostate pourraient expliquer cette variabilité dans les calculs du volume (*Figure 7*).

b) Comparaison avec le toucher rectal

Le toucher rectal ne permet pas une évaluation précise de la taille prostatique. Il sous-estime la taille de l'adénome prostatique dans 25 à 55 % des hommes avec une prostate supérieure à 40 grammes. Il est plus fiable pour les prostates de plus petite taille [44].

Par ailleurs, l'estimation du volume prostatique au toucher rectal peut varier de manière significative en fonction des examinateurs [9] (*Figure 8*).

Il existe donc des variations importantes retrouvées dans la

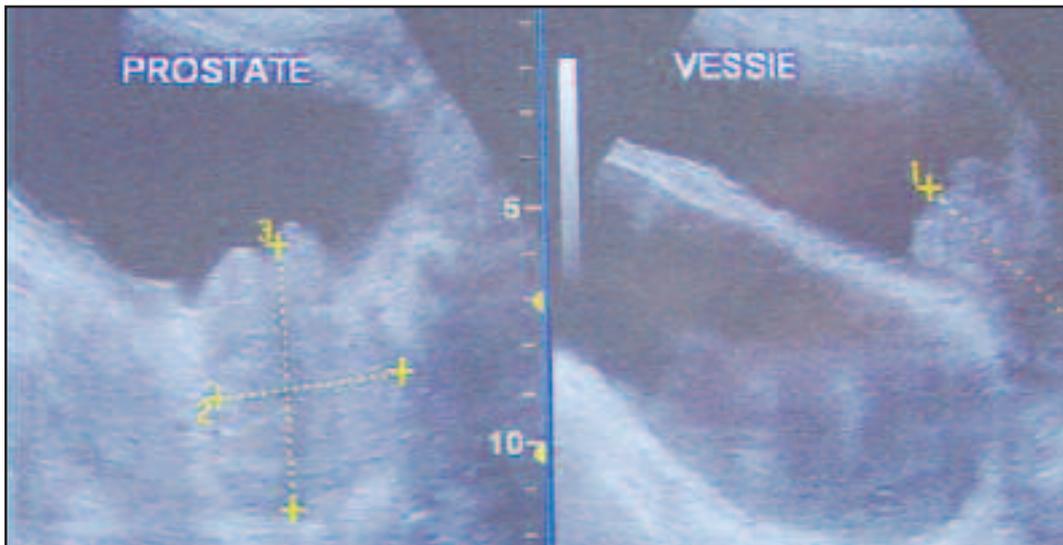


Figure 7 : Mesure du volume prostatique en échographie sus pubienne : $(L1 \times L2 \times L3) \times 0,52$

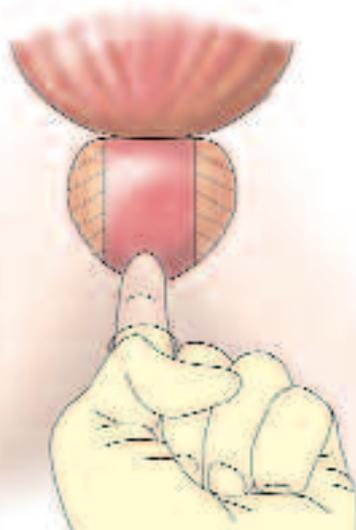


Figure 8 : Schéma expliquant la raison de la sous-estimation au toucher rectal du volume de l'HBP [40].

littérature entre l'estimation du volume prostatique au toucher rectal avant et après chirurgie, alors que certaines séries ont établi un taux de corrélation d'environ 0,8 entre l'estimation échographique du volume total de la glande prostatique et l'analyse des pièces de résection trans-urétrale de prostate [8- 11- 46- 55].

c) Mesure de la zone de transition

Le toucher rectal sous-estime en général la taille de la prostate dans 9 à 12 % des cas pour des volumes prostatiques inférieurs à 40 ml, et de 17 à 25 % pour des volumes entre 40 et 50 ml.

Il est important d'évaluer de manière précise le volume de la zone de transition qui semble mieux corrélé avec le volume des pièces d'adénomectomie prostatique [6- 58]. Par ailleurs, la mesure du volume de la zone de transition est plus fiable et plus reproductible que l'analyse du volume total de la glande prostatique, car l'estimation échographique de la longueur antéropostérieure est toujours délicate en raison de l'absence de solution de continuité entre l'apex et l'urètre

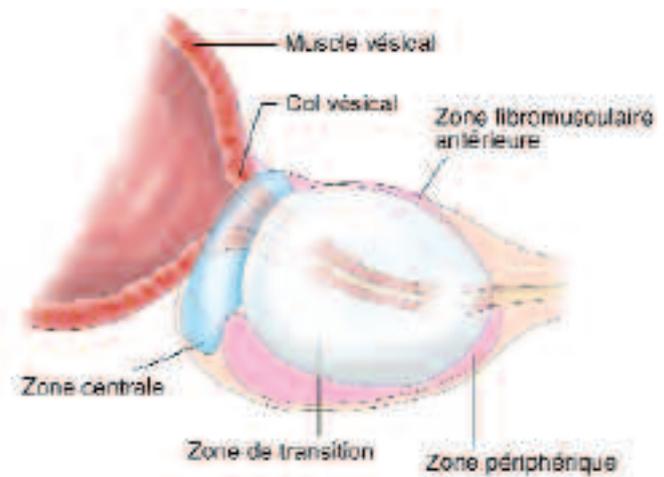


Figure 9 a : L'anatomie zonale de la prostate selon Mac Neal

membraneux dans le plan sagittal médian [48- 58].

Dans les prostatites très volumineuses, ou lorsqu'il existe de nombreuses calcifications, la détermination précise de la limite entre la zone de transition et la prostate périphérique est difficile à identifier, ce qui complique l'analyse du volume de l'adénome.

La mesure de l'**index de la zone de transition** (volume de la zone de transition / volume total de la glande prostatique) serait un bon paramètre d'évaluation de l'obstruction prostatique [16- 24] ; un index de transition supérieur à 0,5 est associé de manière significative à un score des symptômes élevé, un débit maximum inférieur à 10 ml / sec et une pression détrusorienne permictionnelle haute.

Pour BERGDAHL, l'existence d'un volume de la zone de transition supérieur à 20 cm³ est un bon facteur prédictif d'un excellent résultat de la résection trans urétrale de prostate chez les patients sans antécédent neurologique [10], ce volume pouvant par ailleurs être un indicateur de la durée de l'intervention et du risque de saignement [5].

La mesure du volume de la zone de transition est enfin utile dans la détection du cancer prostate avec le calcul de la densité du PSA de la zone de transition.

d) *Echographie endo-rectale versus sus-pubienne*

L'échographie endo-rectale est considérée par la plupart des auteurs comme un examen fiable et reproductible dans l'évaluation de la taille de la prostate et du volume de la zone de transition [48], mais il peut exister des variations entre opérateurs et l'échographie endo-rectale reste un examen plus long, qui peut être douloureux et mal toléré chez des patients avec des ATCD de fissure anale, ou de chirurgie pour hémorroïdes (*Figure 9a*).

Lorsque l'examen échographique a pour unique objectif de déterminer le volume prostatique et le volume de la zone de transition, l'échographie sus-pubienne donne des résultats équivalents à l'échographie endo-rectale.

Elle permet de déterminer les volumes de la zone de transition supérieure à 50 grammes, limite habituellement proposée pour le traitement par voie endoscopique de l'adénome [43].

L'échographie sus-pubienne permet de dépister l'extension intravésicale de la protrusion prostatique qui a été corrélée à la sévérité de l'obstruction prostatique [14] (*Figure 9 b*).

e) *L'échographie 3D ou trans-urétrale :*

Quelques publications font état d'une amélioration de l'analyse de la structure échographique de l'hypertrophie bénigne prostatique surtout dans les coupes coronales grâce à l'échographie 3D.

L'échographie trans urétrale a été utilisée pour évaluer le volume prostatique de manière fiable et le corrélér à l'échographie endo-rectale [45- 51].

2. L'IRM

Son utilisation dans l'hypertrophie bénigne de prostate reste exceptionnelle [3- 53].

L'estimation du volume prostatique par IRM semble plus fiable que par échographie.

L'IRM peut trouver une indication dans certaines études cliniques visant à évaluer de manière précise les effets d'une thérapeutique sur le volume prostatique. L'intérêt d'une mesure précise par IRM du volume prostatique dans l'HBP est négligeable car cette estimation n'a pas d'incidence sur la prise en charge des patients et sur les résultats obtenus après prise en charge chirurgicale par résection trans urétrale [2- 22- 35- 36- 41- 49] (*Figure 10*).

3. Après traitement chirurgical de l'adénome prostatique

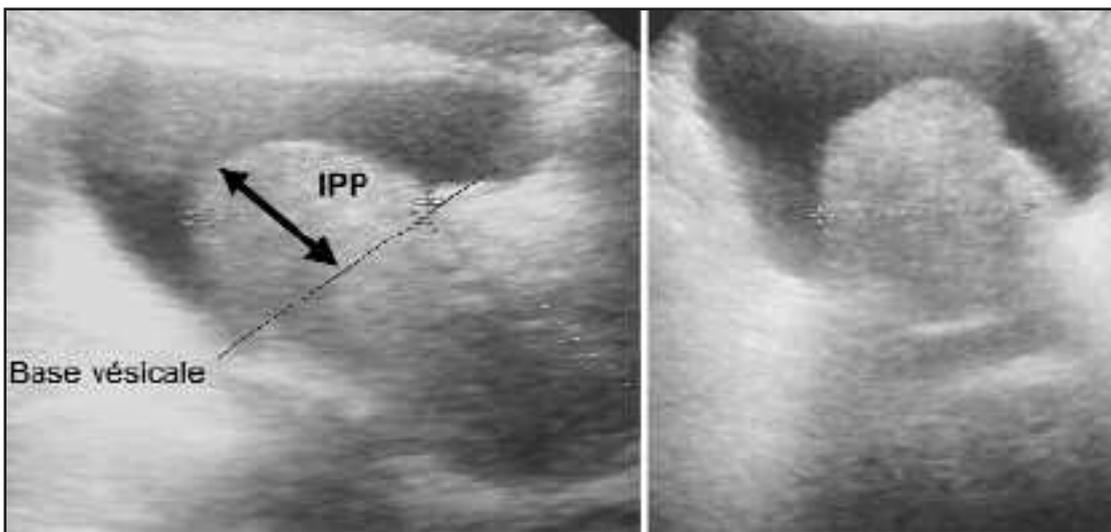
Les modalités de traitement de l'adénome de prostate sont variées : traitement mini invasifs (prothèses, thermothérapie, laser, injection intra prostatique d'éthanol,...), chirurgie endoscopique ou à ciel ouvert.

Quel que soit le traitement, la place de l'imagerie dans le suivi des patients est centrée sur la diminution du résidu post mictionnel lorsqu'il existait avant le traitement.

Elle permet également d'évaluer la qualité du résultat anatomique : volume résiduel de la prostate, dimensions et géométrie de la cavité prostatique.

La réapparition de difficultés mictionnelles doit faire proposer une évaluation radiologique de l'urètre à la recherche d'une sclérose du col ou d'une sténose urétrale dans les suites d'un traitement endoscopique (*Figure 11*).

Nous remercions chaleureusement le Professeur M. Devonec qui a enrichi ce chapitre par ses remarques et ses corrections.



Grade 1 : IPP < 5 mm
Grade 2 : 5 mm < IPP < 10 mm
Grade 3 : IPP > 10 mm [14]

Figure 9 b : Index de protrusion prostatique

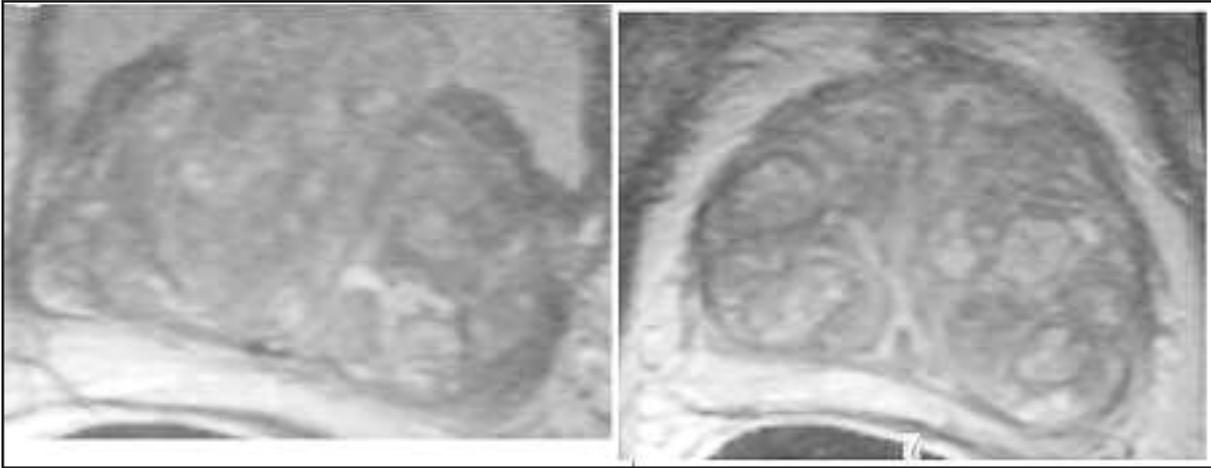


Figure 10 a : IRM endorectale d'un volumineux adénome prostatique (coupes axiales)



Figure 10 b : Hypertrophie du lobe médian prostatique (coupe frontale)

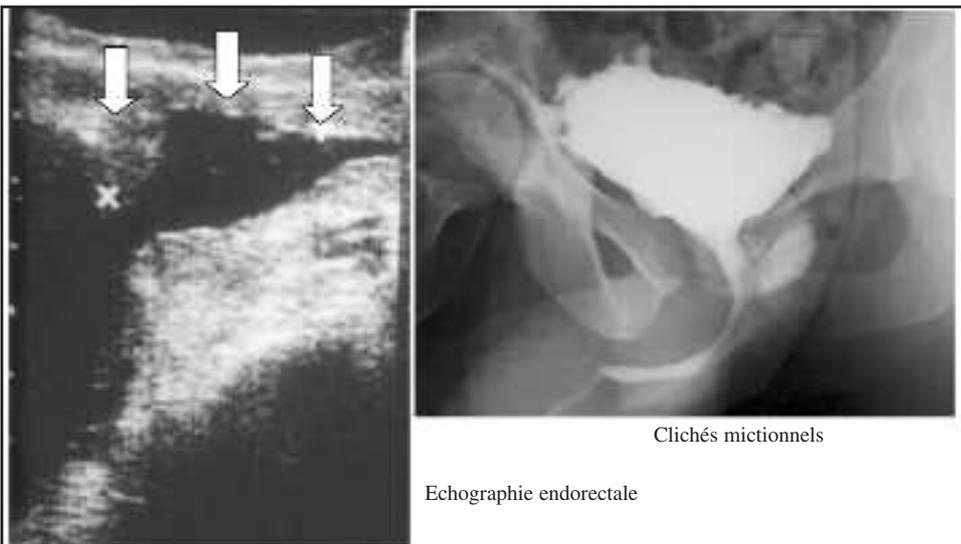


Figure 11 a : Aspects radiologiques d'une loge de résection

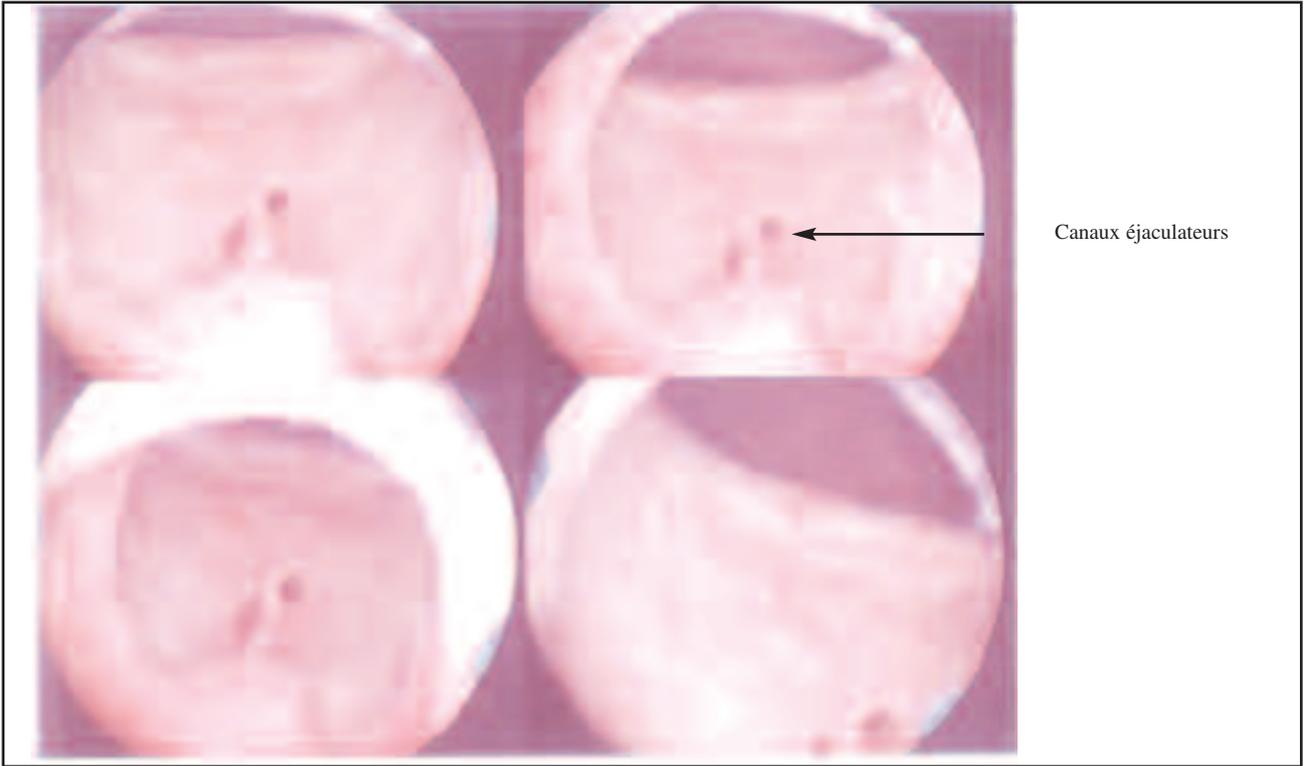


Figure 11 b : Aspect endoscopique d'une loge de résection

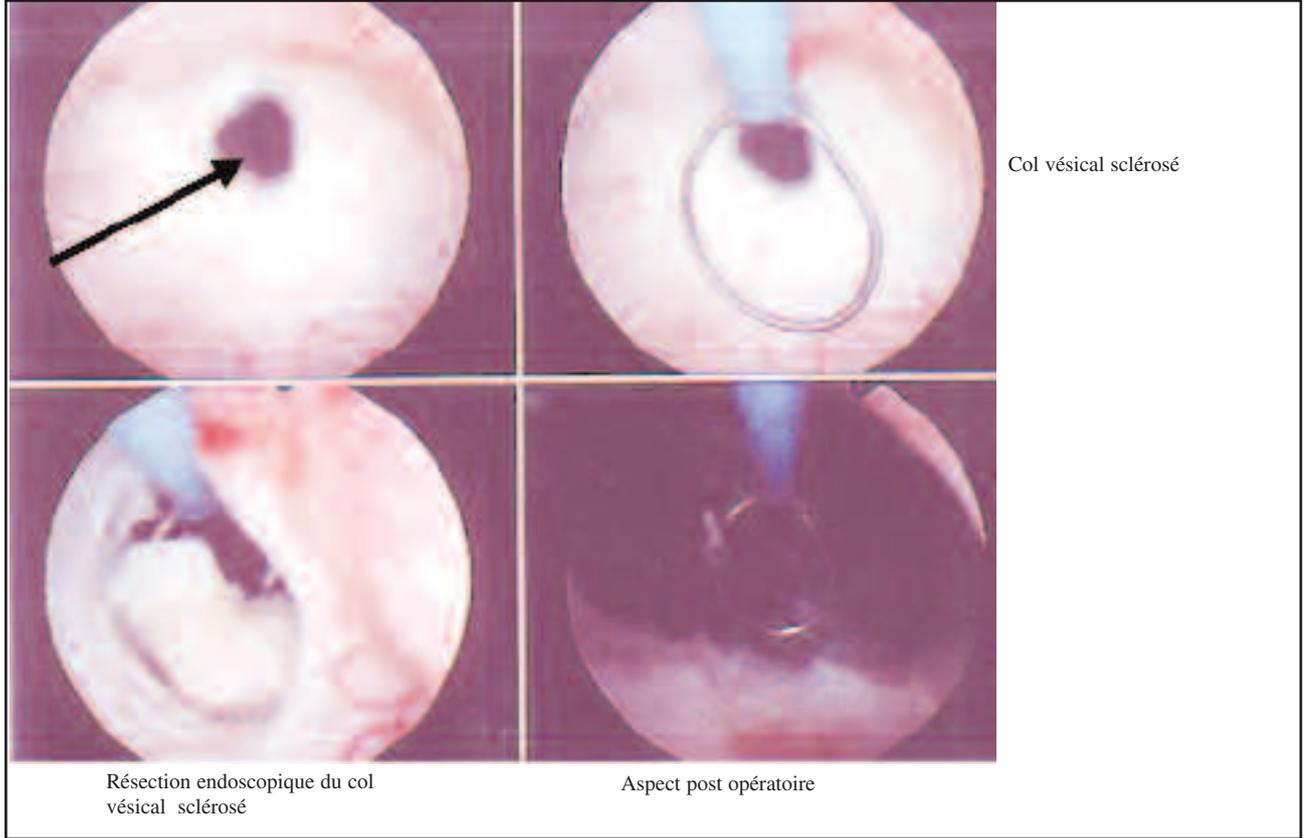


Figure 11 c : Aspect endoscopique d'une sclérose de la loge de résection

RÉFÉRENCES

1. AARNINK RG, WIJKSTRA H. Aspects of imaging in the assessment and follow up of benign prostatic hyperplasia. *Curr Opin Urol.* 1999, 9, 21- 29.
2. ALAM AM, SUGIMURA K, OKIZUKA H, ISHIDA J, IGAWA M. Comparison of MR imaging and urodynamic findings in benign prostatic hyperplasia. *Radiat Med.* 2000, 18, 123- 128 .
3. AL-RIMAWI M, GRIFFITHS DJ, BOAKE RC, MADOR DR, JOHNSON MA. Transrectal ultrasound versus magnetic resonance imaging in the estimation of prostatic volume. *Br J Urol.* 1994, 74, 596-600.
4. ANDERSEN JT, NORDLING J. Prostatism. II. The correlation between cysto-urethroscopic, cystometric and urodynamic findings. *Scand J Urol Nephrol.* 1980,14, 23- 27.
5. AUS G, BERGDAHL S, HUGOSSON J, NORLEN L. Volume determinations of the whole prostate and of adenomas by transrectal ultrasound in patients with clinically benign prostatic hyperplasia: correlation of resected weight, blood loss and duration of operation. *Br J Urol.* 1994, 73, 659- 663
6. BALTACI S, YAGCI C, AKSOY H, ELAN AH, GOGUS O. Determination of transition zone volume by transrectal ultrasound in patients with clinically benign prostatic hyperplasia: agreement with enucleated prostate adenoma weight. *J Urol.* 2000, 164, 72-75.
7. BANGMA CH, NIEMER AQ, GROBBEE DE, SCHRODER FH. Transrectal ultrasonic volumetry of the prostate: in vivo comparison of different methods. *Prostate.* 1996, 28, 107-110.
8. BANGMA CH, SCHRODER FH. Re: Automated prostate volume determination with ultrasonographic imaging. *J Urol.* 1996, 155, 292- 293.
9. BATES TS, REYNARD JM, PETERS TJ, GINGELL JC. Determination of prostatic volume with transrectal ultrasound: A study of intra-observer and interobserver variation. *J Urol.* 1996, 155, 1299-1300 .
10. BERGDAHL S, AUS G, LODDING P, NORLEN L, HUGOSSON J. Transrectal ultrasound with separate measurement of the transition zone volume predicts the short-term outcome after transurethral resection of the prostate. *Urology.* 1999, 53, 926- 930 .
11. BISSADA NK, FINKBEINER AE, REDMAN JF. Accuracy of preoperative estimation of resection weight in transurethral prostatectomy. *J Urol.* 1976, 116, 201- 202.
12. BRIERLY RD, HINDLEY RG, MCLARTY E, HARDING DM, THOMAS PJ. A prospective evaluation of detrusor ultrastructural changes in bladder outlet obstruction. *BJU Int.* 2003, 91, 360-364.
13. BROSS S, BRAUN PM, MICHEL MS, MARTINEZ PORTILLO FJ, JUE-NEMANN KP, ALKEN P. Preoperatively evaluated bladder wall tension as a prognostic parameter for postoperative success after surgery for bladder outlet obstruction. *Urology.* 2003, 61, 562-566.
14. CHIA SJ, HENG CT, CHAN SP, FOO KT . Correlation of intravesical prostatic protrusion with bladder outlet obstruction. *BJU Int.* 2003, 91, 371-374.
15. COAKLEY FV, HRICAK H . Radiologic anatomy of the prostate gland: a clinical approach. *Radiol Clin North Am.* 2000, 38, 15-30.
16. DESAI MM. Transrectal ultrasound parameters: presumed circle area ratio and transitional zone area in the evaluation of patients with lower urinary tract symptoms. *J Endourol.* 1999, 13, 317- 321 .
17. DONKER PJ, KAKIAILATU F. Preoperative evaluation of patients with bladder outlet obstruction with particular regard to excretory urography. *J Urol.* 1978, 120, 685-686.
18. DUNSMUIR WD, FENELEY M, CORRY DA, BRYAN J, KIRBY RS. Fiabilité de la mesure du résidu post-mictionnel : étude de la stabilité des mesures dans le temps. *Br J Urol.* 1996, 77, 192.
19. EL DIN KE, DEBRUYNE FM, DE LA ROSETTE JJ. Making the diagnosis of benign prostatic hyperplasia. A critical review. *Eur Urol.* 1997, 31, 257- 262.
20. ERI LM, THOMASSEN H, BRENNHOVD B, HAHEIM LL. Accuracy and repeatability of prostate volume measurements by transrectal ultrasound. *Prostate Cancer Prostatic Dis.* 2002,5, 273- 278.
21. GROSSFELD GD, COAKLEY FV. Benign prostatic hyperplasia: clinical overview and value of diagnostic imaging. *Radiol Clin North Am.* 2000, 38, 31-47.
22. ISEN K, SINIK Z, ALKIBAY T, SEZER C, SOZEN S, ATILLA S, ATAOLGU O, ISIK S. Magnetic resonance imaging and morphometric histologic analysis of prostate tissue composition in predicting the clinical outcome of terazosin therapy in benign prostatic hyperplasia. *Int J Urol.* 2001, 8, 42- 48 .
23. JENSEN KM. Uroflowmetry in elderly men. *World J Urol.* 1995,13, 21-33.
24. KAPLAN SA, TE AE, PRESSLER LB, OLSSON CA. Transition zone index as a method of assessing benign prostatic hyperplasia: correlation with symptoms, urine flow and detrusor pressure. *J Urol.* 1995, 154, 1764-1769 .
25. KOJIMA M, OCHIAI A, NAYA Y, OKIHARA K, UKIMURA O, MIKI T. Doppler resistive index in benign prostatic hyperplasia: correlation with ultrasonic appearance of the prostate and infravesical obstruction. *Eur Urol.* 2000, 37, 436- 442.
26. KOJIMA M, WATANABE H, WATANABE M, OKIHARA K, NAYA Y, UKIMURA O. Preliminary results of power Doppler imaging in benign prostatic hyperplasia. *Ultrasound Med Biol.* 1997, 23, 1305- 1309 .
27. KRANSE R, VAN MASTRIGT R . Bladder outlet resistance. *J Urol.* 2003, 169, 1007-1010.
28. LAVOPIERRE AM . Ultrasound of the prostate and testicules, *World J. Surg.* 2000, 24, 198- 207
29. LEBLANC G, TESSIER J, SCHICK E. L'importance et la signification du résidu vésical post-mictionnel dans l'évaluation du prostatisme. *Prog Urol.* 1995, 5, 511 - 514.
30. MADSEN FA, BRUSKEWITZ RC. Cystoscopy in the evaluation of benign prostatic hyperplasia. *World J Urol.* 1995, 13, 14- 16.
31. MANIERI C, CARTER SS, ROMANO G, TRUCCHI A, VALENTI M, TUBARO A. The diagnosis of bladder outlet obstruction in men by ultrasound measurement of bladder wall thickness. *J Urol.* 1998, 159, 761- 765.
32. MATTHEWS PN, QUAYLE JB, JOSEPH AE, WILLIAMS JE, WILKINSON KW, RIDDLE PR. The use of ultrasound in the investigation of prostatism. *Br J Urol.* 1982, 54, 536-538.
33. MAUROY B. Bladder consequences of prostatic obstruction. *Eur Urol.* 1997, 32 , 3-8.
34. MCNEAL JE, REDWINE EA, FREIHA FS, STAMEY TA. Zonal distribution of prostatic adenocarcinoma. Correlation with histologic pattern and direction of spread. *Am J Surg Pathol.* 1988, 12, 897-906.
35. MIMATA H, NOMURA Y, KASAGI Y, SATOH F, EMOTO A, LI W, DOUNO S, MORI H. Prediction of alpha-blocker response in men with benign prostatic hyperplasia by magnetic resonance imaging. *Urology* 1999, 54, 829- 833 .
36. MUELLER-LISSE UG, FRIMBERGER M, SCHNEEDE P, HEUCK AF, MUSCHTER R, REISER MF. Perioperative prediction by MRI of prostate volume six to twelve months after laser-induced thermotherapy of benign prostatic hyperplasia. *J Magn Reson Imaging.* 2001, 13, 64- 68 .
37. MUSTONEN S, ALA-HOUHALA IO, VEKALAHTI P, LAIPPALA P, TAMMELA TL. Kidney ultrasound and Doppler ultrasound findings during and after acute urinary retention. *Eur J Ultrasound.* 2001, 12, 189- 196.
38. NAKAMURA J, KOJIMA M, NAKANOUCHI T, OKIHARA K, UKIMURA O, NAKAO M, MIKI T. Significant changes in transrectal ultrasonic measurements of the prostate in relation to the degree of rectal wall distension. *Ultrasound Med Biol.* 2000, 26, 29-34 .
39. NATHAN MS, MEI Q, SEENIVASAGAM K, DAVIES B, WICKHAM JE, MILLER RA. Comparison of prostatic volume and dimensions by transrectal and transurethral ultrasonography. *Br J Urol.* 1996, 78, 84- 89.
40. NATHAN MS, SEENIVASAGAM K, MEI Q, WICKHAM JE, MILLER RA. Transrectal ultrasonography: why are estimates of prostate volume and dimension so inaccurate? *Br J Urol.* 1996, 77, 401- 407.
41. OSMAN YM, LARSON TR, EL-DIASTY T, GHONEIM MA. Correlation

between central zone perfusion defects on gadolinium-enhanced MRI and intraprostatic temperatures during transurethral microwave thermotherapy. *J Endourol* . 2000, 14, 761- 766 .

42. PORRU D, JALLOUS H, CAVALLI V, SALLUSTO F, ROVERETO B. Prognostic value of a combination of IPSS, flow rate and residual urine volume compared to pressure-flow studies in the preoperative evaluation of symptomatic BPH. *Eur Urol*. 2002, 41, 246-249.
43. PRASSOPOULOS P, CHAROULAKIS N, ANEZINIS P, DASKALOPOULOS G, CRANIDIS A, GOURTSOYIANNIS N. Suprapubic versus transrectal ultrasonography in assessing the volume of the prostate and the transition zone in patients with benign prostatic hyperplasia. *Abdom Imaging*. 1996, 21, 75- 77.
44. ROEHRBORN CG, GIRMAN CJ, RHODES T, HANSON KA, COLLINS GN, SECH SM, JACOBSEN SJ, GARRAWAY WM, LIEBER MM. Correlation between prostate size estimated by digital rectal examination and measured by transrectal ultrasound. *Urology*. 1997, 49, 548- 557.
45. ROEHRBORN CG, SECH S, MONTOYA J, RHODES T, GIRMAN CJ . Interexaminer reliability and validity of a three-dimensional model to assess prostate volume by digital rectal examination. *Urology*. 2001, 57, 1087-1092.
46. ROEHRBORN CG. Accurate determination of prostate size via digital rectal examination and transrectal ultrasound. *Urology*. 1998, 51, 19-22.
47. ROSIER PF, DE LA ROSETTE JJ. Is there a correlation between prostate size and bladder-outlet obstruction? *World J Urol*. 1995, 13, 9-13.
48. SECH S, MONTOYA J, GIRMAN CJ, RHODES T, ROEHRBORN CG. Interexaminer reliability of transrectal ultrasound for estimating prostate volume. *J Urol*. 2001, 166, 125- 129.
49. SHEU MH, CHIANG H, WANG JH, CHANG YH, CHANG CY. Transurethral resection of the prostate-related changes in the prostate gland: correlation of MRI and histopathology. *J Comput Assist Tomogr*. 2000, 24, 596-599.
50. STEELE GS, SULLIVAN MP, SLEEP DJ, YALLA SV. Combination of symptom score, flow rate and prostate volume for predicting bladder outflow obstruction in men with lower urinary tract symptoms. *J Urol*. 2000, 164, 344-348.
51. STRASSER H, JANETSCHEK G, REISSIGL A, BARTSCH G. Prostate zones in three-dimensional transrectal ultrasound. *Urology*. 1996, 47, 485-490.
52. TERRIS MK, AFZAL N, KABALIN JN. Correlation of transrectal ultrasound measurements of prostate and transition zone size with symptom score, bother score, urinary flow rate, and post-void residual volume. *Urology*. 1998, 52, 462- 426.
53. TEWARI A, INDUDHARA R, SHINOHARA K, SCHALOW E, WOODS M, LEE R, ANDERSON C, NARAYAN P. Comparison of transrectal ultrasound prostatic volume estimation with magnetic resonance imaging volume estimation and surgical specimen weight in patients with benign prostatic hyperplasia. *J Clin Ultrasound*. 1996, 24, 169- 174.
54. TSURU N, KURITA Y, MASUDA H, SUZUKI K, FUJITA K. Role of Doppler ultrasound and resistive index in benign prostatic hypertrophy. *Int J Urol*. 2002, 9, 427- 430.
55. VARENHORST E, BERGLUND K, LOFMAN O, PEDERSEN K . Interobserver variation in assessment of the prostate by digital rectal examination. *Br J Urol*. 1993, 72, 173-176.
56. VIRSEDA MC, SALINAS JC, ARREDONDO FM, TEBA FP, VAZQUEZ DA. Reproducibility of non-invasive urodynamics, using the cuff-urowflow, for the diagnosis of bladder outlet obstruction in males. *Scand J Urol Nephrol*. 2002, 36, 431-434.
57. WANG CC, YANG SS, CHEN YT, HSIEH JH. Videourodynamics identifies the causes of young men with lower urinary tract symptoms and low uroflow. *Eur Urol*. 2003, 43, 386- 390.
58. ZLOTTA AR, DJAVAN B, DAMOUN M, ROUMEGUERE T, PETEIN M, ENTEZARI K, MARBERGER M, SCHULMAN CC. The importance of measuring the prostatic transition zone: an anatomical and radiological study. *BJU Int*. 1999, 84, 661- 666.

