République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientique
Université Constantine 3
Faculté De Médecine De Constantine

Urétroplastie Pour Sténoses Complexes : Protocole Cirtéen

Par Aimen Amar BENMESSAOUD
Maitre-Assistant Hospitalo-Universitaire en Urologie

Thèse pour l'obtention de doctorat en sciences médicales

Dirigée par Professeur Riad SAYOUD

Présentée et soutenue publiquement le **20 Janvier 2025**

Devant un jury composé de :

Pr. Mahmoud BENATTA	Faculté de médecine d'Oran	Président
Pr. Riad SAYOUD	Faculté de médecine de Constantine	Directeur
Pr. Noureddine BOUKHROUF	Faculté de médecine de Batna	Membre
Pr. Mohsen AZLI	Faculté de médecine d'Alger	Membre

Résumé

Mots clefs : *Anatomie ; Greffe de muqueuse buccale ; UCRM ; Fibroscopie ; Débitmétrie ; Uretroplastie ; Méat ; Fosse naviculaire ; Urètre pénien ; Urètre bulbaire ; Sténose urétrale ; Urétroplastie ; Traitement endoscopique ; Reconstruction urétrale ; Hypospadias à l'âge adulte ; Suivi ; Succès ; Évaluation, échec.*

Introduction : Les sténoses urétrales représentent un défi thérapeutique majeure. L'objectif principal de ce travail était d'évaluer les résultats cliniques et fonctionnels de l'urétroplastie par greffe de muqueuse buccale chez des patients présentant des sténoses urétrales complexes pris en charge dans notre service.

Méthodes : Il s'agit d'une étude descriptive, monocentrique, observationnelle, de type série de cas, menée de janvier 2022 à janvier 2025, incluant 30 patients pris en charge pour sténose urétrale complexe, avec un suivi longitudinal prospectif. Tous les patients étaient porteurs d'un cathéter de cystostomie sus-pubienne au moment de l'évaluation initiale. La stratégie chirurgicale reposait sur une approche individualisée, guidée par une évaluation détaillée des lésions, intégrant la localisation, la longueur de la sténose, la largeur de la plaque urétrale et l'état du corps spongieux, avec un recours raisonné à une prise en charge en un ou plusieurs temps, utilisant différentes approches reconstructrices et divers matériaux, principalement la greffe de muqueuse buccale. Les données cliniques peropératoires et postopératoires ont été recueillies de manière standardisée puis analysées à l'aide du logiciel **SPSS**. L'évaluation postopératoire reposait sur trois critères complémentaires : le succès anatomique ; le succès fonctionnel, intégrant la reprise mictionnelle, les données de la débitmétrie et l'absence de réintervention ; et la satisfaction globale des patients, appréciée à l'aide du **CURES-score**, utilisé comme critère secondaire, outil visuel simplifié spécifiquement développé pour cette population.

Résultats : L'âge médian était de 59 ans (extrêmes : 28–77 ans). Les sténoses présentaient une sévérité morphométrique marquée, avec une largeur moyenne de la plaque urétrale de 3,8 mm. La longueur moyenne des lésions était d'environ 4 cm, avec des atteintes étendues jusqu'à 14 cm. Les localisations étaient dominées par l'urètre bulbaire (50 %), et 66,7 % des sténoses étaient d'origine infectieuse. Plus de douze (12) approches chirurgicales différentes ont été déployées, dominées par l'utilisation de la greffe de muqueuse buccale et de la peau, en un ou plusieurs temps, dans 80 % des cas. Un succès fonctionnel a été observé dans 83 % des cas et un succès anatomique dans 77 %, tandis que la satisfaction globale des patients atteignait 80 %. L'analyse statistique par le test exact de Fisher n'a pas mis en évidence d'association statistiquement significative entre les principaux facteurs pronostiques potentiels d'échec et les résultats postopératoires.

Conclusion : Le protocole Cirtéen repose sur une approche pragmatique et individualisée de la prise en charge des sténoses urétrales complexes. Il permet d'adapter la stratégie chirurgicale à chaque situation clinique, avec des résultats fonctionnels et subjectifs globalement satisfaisants, même dans des contextes lésionnels sévères.

ABSTRACT

Keywords : *Anatomy ; Buccal mucosa graft ; Retrograde urethrocystography (RUG) ; Fibroscopy ; Uroflowmetry ; Urethroplasty ; Meatus ; Fossa navicularis ; Penile urethra ; Bulbar urethra ; Urethral stricture ; Endoscopic treatment ; Urethral reconstruction ; Adult hypospadias ; Follow-up ; Success ; Evaluation ; Failure.*

Introduction : Complex urethral strictures represent a major surgical challenge. The primary objective of this study was to evaluate the clinical and functional outcomes of urethroplasty using buccal mucosa grafts in patients presenting with complex urethral strictures treated at our center.

Methods : This was a descriptive, observational, single-center case series conducted from January 2022 to January 2025, including 30 patients managed for complex urethral strictures, with prospective longitudinal follow-up. All patients had a suprapubic catheter at the time of initial evaluation. The surgical strategy was based on an individualized approach guided by a detailed assessment of the lesions, including stricture location, length, urethral plate width, and the condition of the corpus spongiosum. A reasoned decision was made between single-stage or multistage management, using various reconstructive approaches and materials, primarily buccal mucosa grafts. Postoperative evaluation relied on three complementary criteria : anatomical success ; functional success, including recovery of voiding, uroflowmetry data, and absence of reintervention ; and overall patient satisfaction, assessed using the CURES score as a secondary endpoint, a simplified visual tool specifically developed and validated for this population. Perioperative and postoperative clinical data were collected in a standardized manner and subsequently analyzed using **IBM SPSS Statistics**.

Results : The median age was 59 years (range : 28–77 years). The strictures demonstrated marked morphometric severity, with a mean urethral plate width of 3.8 mm. The mean stricture length was approximately 4 cm, with extensions up to 14 cm. The bulbar urethra was the most frequently involved site (50%), and 66.7% of strictures were of infectious origin. More than twelve (12) different surgical approaches were employed, predominantly involving buccal mucosa grafts and skin, performed in single-stage or multistage procedures in 80% of cases. Functional success was observed in 83% of patients, while anatomical success was achieved in 77%. Overall patient satisfaction reached 80%. Statistical analysis using Fisher's exact test did not demonstrate a statistically significant association between the main potential prognostic factors for failure and postoperative outcomes.

Conclusion : The Cirtéan protocol represents a structured and pragmatic approach to the management of complex urethral strictures, allowing individualized surgical strategies while achieving satisfactory functional and patient-reported outcomes. It may represent a reproducible model adapted to comparable clinical settings.

ملخص

ترميم الإحليل في التضيّقات الإحليلية المعقّدة بورتوكول سيرتا

الكلمات المفتاحية:
التشريح؛ طُعم مخاطية الفم؛ تصوير الإحليل, بالتصوير الظليل , التنظير ,قياس تدفق البول؛ رأب الإحليل؛ فوهة الإحليل؛ الحفرة ,الإحليل القضيبي؛ الإحليل البصلي؛ تضيق الإحليل؛ العلاج بالمنظار ؛ ترميم الإحليل؛ الإحليل التحتي عند البالغين؛ المتابعة؛ النجاح؛ التقييم؛ الفشل.

المقدمة :تُعدّ تضيقات الإحليل المعقّدة تحدّيًا جراحيًا كبيرًا نظرًا لتعقيدها التشريحي، وتنوّع الحالات السريرية، وتأثيرها الوظيفي والنفسي-الاجتماعي، لا سيما في السياقات التي تتسم بالتشخيص المتأخر وتعدّد السوابق العلاجية.

الهدف :يهدف هذا العمل أساسًا إلى تقييم النتائج السريرية والوظيفية لرأب الإحليل باستخدام طُعم مخاطية الفم لدى المرضى المصابين بتضيقات إحليلية معقّدة في مركزنا.

المنهجية :هي دراسة وصفية، أحادية المركز، من نوع سلسلة حالات، أُجريت خلال الفترة الممتدة من جانفي 2022 إلى جانفي 2025، وشملت 30 مريضًا تم التكفّل بهم بسبب تضيق إحليلي معقّد بمصلحة الجراحة البولية وزراعة الكلى بالمؤسسة الاستشفائية المتخصصة الدقسي (قسنطينة)، مع متابعة طولية استباقية. كان جميع المرضى حاملين لقسطرة فوق العانة وقت التقييم الأولي. ارتكزت الاستراتيجية الجراحية على مقاربة فردية، موجَّهة بتقييم مورفومتري دقيق خلال العملية ، شمل موقع التضيق، وطوله، وعرض الصفيحة الإحليلية، وحالة الجسم الإسفنجي، مع اعتماد مدروس لتدبير جراحي بمرحلة واحدة أو بعدة مراحل، باستخدام مقاربات ترميمية متعددة ومواد مختلفة، كان أبرزها طُعم مخاطية الفم .اعتمد التقييم بعد الجراحة على ثلاثة معايير متكاملة: النجاح التشريحي؛ والنجاح الوظيفي، بما يشمل استعادة التبول، ونتائج قياس تدفق البول، وغياب الحاجة لإعادة التدخل؛ إضافةً إلى الرضا العام للمرضى، الذي جرى تقديره باستخدام مقياس بوصفه معيارًا ثانويًا، وهو أداة بصرية مبسطة طُوّرت وخضعت للتحقق خصيصًا لهذه الفئة من المرضى.

النتائج :كان جميع المرضى (100٪) حاملين لقسطرة فوق العانة عند التكفّل بهم. بلغ العمر الوسيط 59 سنة (المدى: 28–77 سنة). وأظهرت التضيقات شدة مورفومترية واضحة، بمتوسط عرض للصفيحة الإحليلية قدره 3.8 مم (0–7 مم). وكان متوسط طول الأفات نحو 4 سم، مع امتدادات وصلت إلى 14 سم. تركزت التوضعات أساسًا في الإحليل البصلي (50٪)، وكانت 66.7٪ من التضيقات ذات منشأ إنتاني. جرى اعتماد أكثر من اثنتي عشرة (12) مقاربة جراحية مختلفة، غلب عليها استخدام طُعم مخاطية الفم والجلد، بمرحلة واحدة أو عدة مراحل، في 80٪ من الحالات. لوحظ نجاح وظيفي في 83٪ من الحالات ونجاح تشريحي في 77٪، في حين بلغ الرضا العام للمرضى 80٪. ولم يُظهر التحليل الإحصائي باستخدام اختبار فيشر الدقيق وجود ارتباط ذي دلالة إحصائية بين أهم العوامل التنبؤية المحتملة للفشل (العمر، مؤشر كتلة الجسم، السوابق البولية، وغيرها) والنتائج بعد الجراحة.

الخلاصة:
يمثل البروتوكول السيرتي مقاربة منظمة وعملية لعلاج تضيقات الإحليل المعقّدة، تتيح تفريد الاستراتيجيات الجراحية مع تحقيق نتائج وظيفية وذاتية مُرضية. وقد يشكّل نموذجًا قابلًا لإعادة التطبيق، ومناسبًا لسياقات سريرية مماثلة.

Allah, exalté soit-Il, a dit :

Et ma réussite ne dépend que d'Allah.

Sourate Houd, verset 88

Remerciements

Louange à Allah, Seigneur des mondes, **que les prières et la paix soient sur notre Prophète Muhammad**, ainsi que sur sa famille et ses compagnons.

C'est par la grâce d'Allah — le Tout-Puissant, le Très Miséricordieux — que ce travail a pu voir le jour. Lui seul accorde la force, l'endurance et la clarté de vision. À un moment de ma vie où je ne m'attendais plus à emprunter ce chemin, alors que j'étais affecté dans un hôpital isolé dans le cadre du service civil, loin de mes aspirations premières, je me préparais à d'autres projets, d'autres horizons. Puis, contre toute attente, une porte s'est ouverte — que je n'avais ni cherchée, ni prévue. **Mais Allah avait un autre plan.**

Mes remerciements les plus sincères s'adressent à **mon enseignant, mon guide, mon mentor le Professeur Riad SAYOUD**, également directeur de cette thèse, qui a cru avec enthousiasme en ce projet. Je n'oublierai jamais sa fierté et sa joie sincère lors de notre toute première intervention, un moment qui restera à jamais gravé dans ma mémoire. Je tiens à lui exprimer ma profonde reconnaissance pour sa disponibilité, sa confiance et son accompagnement tout au long de ce travail.

Je remercie chaleureusement **le Professeur Bernard BOILLOT**, pour son accueil généreux au sein de son service, la rigueur et l'humilité avec lesquelles il m'a transmis les fondements de l'urétroplastie, ainsi que pour ses conseils précieux, toujours présents. Son soutien fidèle a été déterminant dans mon parcours.

J'adresse mes remerciements respectueux et sincères aux membres du jury qui ont bien voulu accepter d'évaluer ce travail et d'en juger la valeur scientifique.

Je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères au **Professeur Mahmoud BENATTA**, Président du jury, pour l'honneur qu'il me fait en acceptant la présidence de ce jury. Je le remercie pour l'attention portée à ce manuscrit, pour la rigueur de son analyse et pour la pertinence de ses observations, qui constituent un encouragement précieux pour la poursuite de mon parcours universitaire et scientifique.

Je remercie également le **Professeur Noureddine BOUKHROUF** pour avoir accepté de faire partie de ce jury et pour l'intérêt qu'il a bien voulu porter à ce travail. Je le remercie en particulier pour la qualité de ses observations et pour la rigueur de son appréciation.

Mes remerciements s'adressent aussi au **Professeur Mohsen AZLI**, pour sa participation à l'évaluation de ce travail et pour la pertinence de ses observations, qui témoignent de son exigence scientifique et de son expérience reconnue.

À toutes les personnes, proches ou lointaines, qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail, par leur soutien, leurs prières ou leurs encouragements, je souhaite exprimer ma gratitude sincère.

Dédicace

À ma fille, **Myra Jana**, que le Tout-Miséricordieux a rappelée à Lui en bas âge. Son souvenir m'habite profondément. Je me souviens encore de sa petite main serrant la mienne. Ce geste minuscule et immense à la fois reste à jamais gravé dans mon cœur. Il m'accompagne silencieusement, me guide, me rappelle l'essentiel.

À mon grand-père maternel, **SAAD**, qui a toujours cru en moi jusqu'à son dernier souffle. Il m'a accompagné de ses conseils et de sa présence rassurante, me répétant inlassablement : *« Ne lâche jamais. »* Qu'Allah l'accueille en Sa miséricorde.

À mes chers parents, **Samir et Sissi**, que je remercie du plus profond de mon cœur. Ils ont tant sacrifié, tant prié, tant espéré. Leur amour inconditionnel, leur patience et leur soutien discret ont été la base silencieuse de chacun de mes pas.

À ma femme bien-aimée, **Seriel**, pour sa présence indéfectible, son soutien inlassable et ses sacrifices constants. Ce travail est le fruit d'un combat mené à deux. Que Dieu la récompense pour tout ce qu'elle a porté avec moi.

À mon fils adoré, **Ramy Yamen**, ma lumière, ma joie, ma fierté. Que Dieu le protège et fasse de lui une source de bien.

À mon frère **Anouar** et à ma sœur **Ouissam**, pour leur présence constante, leur affection discrète et leur soutien fraternel dans les moments clés de ce parcours.

À la mémoire de mes **grands-parents**, que Dieu accueille en Sa miséricorde.

Et en pensée fraternelle avec le **peuple de Gaza**, éprouvé par l'injustice et la violence, dont la souffrance nous rappelle chaque jour la fragilité de la paix et la valeur de la dignité humaine.

Table des matières

Résumé i

Remerciements v

Dédicace vii

Liste des figures xix

Liste des tableaux xxi

Liste des abréviations xxii

INTRODUCTION GÉNÉRALE 1

1 DONNÉES DE LA LITTÉRATURE 3
1.1 Historique de l'utilisation de la Muqueuse Buccale en Urologie . . . 3
1.1.1 Premières explorations de la muqueuse buccale en chirurgie . . . 4
1.1.2 Développement et standardisation en urologie reconstructrice . . . 4
1.2 Rappel anatomique . . . 5
1.2.1 Développement embryonnaire de l'urètre . . . 5
1.2.2 Configuration Anatomique Externe . . . 5
1.2.2.1 Division anatomique de l'urètre masculin . . . 5
1.2.2.2 Dimensions de l'Urètre Masculin . . . 6
1.2.2.3 Trajet, Courbures de l'Urètre Masculin . . . 7
1.2.3 Configuration Anatomique Interne . . . 7
1.2.4 Vascularisation et innervation de l'urètre . . . 8
1.2.4.1 Vascularisation artérielle . . . 9
1.2.4.2 Drainage veineux de l'urètre . . . 10
1.2.4.3 Drainage lymphatique de l'urètre . . . 11
1.2.4.4 Innervation . . . 11
1.2.5 Tissu conjonctif de la région périnéale . . . 12
1.2.6 Espaces périnéaux . . . 13
1.2.7 Structure histologique . . . 13
1.2.8 Histopathologie des sténoses urétrales . . . 14
1.2.8.1 Altérations épithéliales initiales . . . 14
1.2.8.2 Réaction inflammatoire et fibrogenèse . . . 14
1.2.8.3 Spongiofibrose . . . 14
1.2.8.4 Cas particulier du lichen scléro-atrophique . . . 15
1.2.9 Rappel Anatomique de la Cavité Buccale . . . 15
1.2.9.1 Limites et Organisation Anatomique . . . 15

1.2.9.2 Histologie et Propriétés de la Muqueuse Buccale . . . 16
1.2.10 Considérations Cliniques et Implications Anatomiques . . . 16
1.3 Épidémiologie des Sténoses Urétrales . . . 17
1.3.1 Distribution anatomique et évolution avec l'âge . . . 18
1.3.2 Spécificités géographiques . . . 18
1.4 Origines des sténoses urétrales : analyse des facteurs de risque et approche préventive 18
1.4.1 Causes infectieuses . . . 19
1.4.2 Causes inflammatoires . . . 19
1.4.2.1 Lichen scléreux . . . 19
1.4.2.2 Autres causes inflammatoires de sténose urétrale . . . 20
1.4.3 Causes iatrogènes . . . 20
1.4.3.1 Cathétérisme urétral . . . 20
1.4.3.2 Chirurgies pour obstruction bénigne de la prostate . . . 21
1.4.3.3 Traitements du cancer de la prostate . . . 21
1.4.4 Causes Traumatiques . . . 21
1.4.4.1 Traumatismes de l'urètre antérieur . . . 21
1.4.4.2 Traumatismes de l'urètre postérieur . . . 22
1.4.5 Origine idiopathique . . . 22
1.5 Terminologie, Cadre Nosologique . . . 22
1.6 Diagnostic Positif des sténoses urétrales . . . 23
1.6.1 Circonstances de découverte . . . 23
1.6.1.1 Symptômes du bas appareil urinaire (SBAU) . . . 23
1.6.1.2 Manifestations infectieuses . . . 24
1.6.1.3 Stades de complications . . . 24
1.6.1.4 Autres symptômes . . . 24
1.6.2 Anamnèse et histoire du patient . . . 24
1.6.2.1 Évaluation des symptômes urinaires . . . 24
1.6.2.2 Évaluation de la fonction sexuelle . . . 25
1.6.3 Examen physique . . . 27
1.6.3.1 Inspection générale et abdominale . . . 27
1.6.3.2 Inspection des organes génitaux externes et du périnée . . . 27
1.6.3.3 Évaluation prostatique et périnéale . . . 27
1.6.3.4 Tests instrumentaux et limites . . . 28
1.6.4 Examens paracliniques . . . 28
1.6.4.1 Examen cytobactériologique des urines (ECBU) . . . 28
1.6.4.2 Débitmétrie urinaire et estimation du Résidu Post-Mictionnel (RPM) . . . 28
1.6.4.3 Urétro Cystographie rétro-grade et per-mictionnel (UCRM) . . . 29
1.6.4.4 Urétro-cystoscopie . . . 30
1.6.4.5 Sono-Urétrographie (Sonourétrographie (SUG)) . . . 32
1.6.4.6 Imagerie par résonance magnétique (IRM) . . . 34
1.6.4.7 Urétrocystoscanner ou « Computerized Tomography »-scanner . 36
1.7 Diagnostics Différentiels des Sténoses Urétrales . . . 37
1.7.1 Causes Obstructives . . . 37
1.7.2 Causes Fonctionnelles . . . 37
1.8 Classification . . . 37
1.8.1 Classification EAU . . . 37
1.8.2 Classification LSE du TURNS . . . 38
1.9 Prise en charge thérapeutique : Généralités . . . 39

1.9.1 Principes de cicatrisation applicables en chirurgie de l'urètre 39
1.9.2 Études expérimentales sur la cicatrisation urétrale 40
1.9.3 Le repos urétral 41
1.9.3.1 Repos urétral pour les sténoses de l'urètre antérieur 41
1.9.3.2 Repos urétral pour les lésions post-traumatiques de l'urètre postérieur 42
1.9.4 Évaluation préopératoire et critères décisionnels en chirurgie reconstructrice 42
1.10 Moyens thérapeutiques 43
1.10.1 Méthodes conservatrices 43
1.10.1.1 Observation 43
1.10.1.2 Cathétérisme sus-pubien 44
1.10.2 Traitements endo-luminaux 44
1.10.2.1 Dilatations 45
1.10.2.2 Urétrotomie interne 45
1.10.2.3 Résultats des traitements endo-urétraux 46
1.10.2.4 Thérapies adjuvantes aux traitements endoscopiques 46
1.10.2.5 Stents urétraux 47
1.10.3 Grands principes de la Chirurgie de reconstruction 47
1.10.3.1 Préparation et positionnement du patient 47
1.10.3.2 Positionnement opératoire 48
1.10.3.3 Voies d'abord de l'urètre 48
1.10.4 Types d'urétroplastie 50
1.10.4.1 Urétrorraphie termino-terminale 50
1.10.4.2 Urétroplastie sans transsection (UST) 51
1.10.4.3 Urétroplastie d'augmentation avec greffe 51
1.10.4.4 Urétroplastie augmentée par Résection-Anastomose 52
1.10.4.5 Urétroplastie en plusieurs temps 53
1.10.4.6 Urètrostomie périnéale 54
1.10.5 Sources tissulaires en urétroplastie 55
1.10.5.1 Lambeaux Pédiculés 55
1.10.5.2 Greffe de Muqueuse Buccale 56
1.10.5.3 Ingénierie Tissulaire 56
1.11 Suivi et surveillance 57
1.11.1 Définition du succès postopératoire 57
1.11.1.1 Définitions classiques et limites 57
1.11.1.2 Critères de succès après urétroplastie 58
1.11.2 Paradoxes des résultats cliniques 58
1.11.3 Méthodes et outils de suivi postopératoire 59
1.11.3.1 Calendrier de surveillance 59
1.11.3.2 Outils diagnostiques 60
1.11.3.3 Outils de dépistage des récidives 60
1.11.4 Complications post-opératoires 60
1.11.4.1 Complications au site donneur (cavité buccale) 60
1.11.4.2 Complications au site receveur (urètre) 61
1.11.4.3 Complications infectieuses 62

2 PROBLÉMATIQUES ET OBJECTIFS **63**
2.1 Contexte général . . . 63
2.2 Contexte spécifique . . . 64
2.3 Question de recherche . . . 64
2.4 Hypothèse du travail . . . 64
2.5 Objectifs de la thèse . . . 65
2.5.1 Objectif principal . . . 65
2.5.2 Objectifs secondaires . . . 65
2.6 Retombées attendues de l'étude . . . 65

3 MÉTHODOLOGIE **66**
3.1 Type d'étude . . . 66
3.2 Lieu et période de l'étude . . . 66
3.3 Population d'étude . . . 66
3.3.1 Population cible . . . 66
3.3.2 Population source . . . 66
3.3.2.1 Critères d'inclusion . . . 66
3.3.2.2 Critères de non-inclusion . . . 67
3.4 L'échantillon . . . 67
3.5 Collecte des données . . . 67
3.5.1 Outils de recueil des données . . . 67
3.5.2 Modalité de collecte . . . 68
3.5.3 Calendrier de collecte des données . . . 68
3.6 Critères de jugement retenus dans notre étude . . . 68
3.6.1 Succès anatomique (SA) . . . 68
3.6.2 Succès fonctionnel (SF) . . . 68
3.6.3 Appréciation subjective du vécu et de la satisfaction du patient . . . 69
3.7 Analyse des données et traitement graphique . . . 69
3.8 Considérations éthiques . . . 70

4 RÉSULTATS **71**
4.1 Données démographiques générales . . . 71
4.1.1 Âge des patients . . . 71
4.1.2 Origine géographique des patients . . . 72
4.1.3 Situation matrimoniale . . . 72
4.1.4 Statut professionnel déclaré . . . 73
4.1.5 Niveau d'instruction . . . 73
4.2 Caractéristiques cliniques générales . . . 74
4.2.1 Indice de masse corporelle (IMC) . . . 74
4.2.2 Antécédents médicaux et comorbidités associées . . . 74
4.2.3 Antécédents chirurgicaux . . . 75
4.2.4 Antécédents de gestes urétraux instrumentaux ou chirurgicaux . . . 75
4.2.5 Profil global des patients selon la classification ASA . . . 76
4.3 Données préopératoires relatives aux lésions urétrales . . . 76
4.3.1 Retentissement sur l'appareil urinaire . . . 76
4.3.2 Durée d'évolution avant la prise en charge . . . 77
4.3.3 Profil bactériologique préopératoire des patients (ECBU) . . . 77
4.3.4 Topographie des lésions . . . 78
4.3.5 Estimation de la longueur des lésions urétrales sur l'UCRM . . . 78
4.3.6 Étiologies des sténoses urétrales . . . 79

4.3.7 Évaluation subjective préopératoire selon le score CURES-preop 79
4.4 Données per-opératoires 81
4.4.1 Type d'anesthésie et modalités d'intubation 81
4.4.2 Voie d'abord chirurgicale 82
4.4.3 Modalités chirurgicales appliquées 82
4.4.4 Caractéristiques morphométriques des sténoses 84
4.4.4.1 Largeur résiduelle de la plaque urétrale 84
4.4.4.2 Longueur des sténoses urétrales 85
4.4.4.3 Longueur et largeur des sténoses selon l'étiologie et la localisation 85
4.4.5 Nature du tissu de reconstruction employé 86
4.4.6 Emplacement du greffon 87
4.4.7 Site de prélèvement 87
4.4.8 Durée opératoire 87
4.4.9 Pertes sanguines peropératoires 88
4.5 Données postopératoires 89
4.5.1 Suivi post-opératoire à court terme 89
4.5.1.1 Durée d'hospitalisation 89
4.5.1.2 Drainage post-opératoire 89
4.5.2 Durée de suivi post-opératoire à distance 89
4.5.3 Taux de succès post-opératoire globaux 90
4.5.3.1 Succès fonctionnel post-opératoire 91
4.5.3.2 Paramètres d'évaluation du succès fonctionnel : débit urinaire maximal (Q_{max}) 92
4.5.3.3 Paramètres d'évaluation du succès fonctionnel : ablation du cathéter sus-pubien et absence de réintervention 93
4.5.3.4 Succès anatomique post-opératoire 94
4.5.3.5 Satisfaction globale post-opératoire 95
4.5.4 Taux de succès selon les différents paramètres 98
4.5.4.1 Impact de l'âge 98
4.5.4.2 Impact de l'IMC 99
4.5.4.3 Impact des antécédents médicaux et des comorbidités associées . 100
4.5.4.4 Impact des antécédents de gestes urétraux instrumentaux et chirurgicaux 101
4.5.4.5 Impact de la Durée d'évolution 101
4.5.4.6 Impact de l'étiologie sur les résultats postopératoires 102
4.5.4.7 Impact des modalités chirurgicales appliquées 104
4.5.4.8 Impact des caractéristiques morphométriques des sténoses 105
4.5.5 Comparaison des profils et des résultats entre les patients ayant interrompu précocement la reconstruction et ceux l'ayant poursuivie 106
4.6 Événements indésirables post-opératoires 107
4.6.1 Complication hémorragique post-opératoire 107
4.6.2 Douleur post-opératoire buccale et périnéale 108
4.6.3 Complications buccales liées au prélèvement 108
4.6.4 Infections urinaires post-opératoires 109
4.6.5 Complications liées aux dispositifs de drainage 109
4.6.6 Complication neurologique 110
4.6.7 Profil de morbidité post-opératoire selon la classification de Clavien-Dindo 110
4.6.8 Complications tardives et échecs 111

5 DISCUSSION **114**
5.1 Synthèse des principaux résultats de la série . . . 114
5.2 Mise en perspective avec les données de la littérature . . . 114
5.2.1 Rareté des séries comparables et hétérogénéité des définitions . . . 114
5.2.2 Positionnement qualitatif de notre série . . . 115
5.3 Facteurs pronostiques et éléments guidant la prise en charge . . . 117
5.3.1 Facteurs liés au patient . . . 117
5.3.1.1 Age . . . 117
5.3.1.2 IMC . . . 118
5.3.1.3 Antécédents médicaux et comorbidités associées . . . 118
5.3.1.4 Profil sociogéographique des patients . . . 119
5.3.1.5 Perception des résultats par le patient et apport du score CURES . 119
5.3.2 Facteurs liés à l'histoire évolutive de la sténose urétrale . . . 120
5.3.2.1 Durée d'évolution avant la prise en charge . . . 120
5.3.2.2 Impact des antécédents de gestes urétraux instrumentaux et chirurgicaux . . . 120
5.3.3 Facteurs morphologiques et lésionnels . . . 121
5.3.3.1 Topographie des sténoses . . . 121
5.3.3.2 Étiologies des sténoses urétrales . . . 122
5.3.3.3 Environnement infectieux préopératoire (ECBU) . . . 123
5.3.3.4 Caractéristiques morphométriques des sténoses . . . 124
5.3.3.5 Estimation préopératoire de la longueur des lésions urétrales sur l'UCRM . . . 125
5.3.4 Facteurs techniques chirurgicaux . . . 125
5.3.4.1 Modalités chirurgicales appliquées . . . 125
5.3.4.2 Impact du volume opératoire et de l'expérience chirurgicale sur les résultats . . . 128
5.3.4.3 Emplacement du greffon . . . 128
5.3.4.4 Site de prélèvement . . . 128
5.3.4.5 Type d'anesthésie et modalités d'intubation . . . 128
5.3.4.6 Durée opératoire, pertes sanguines et durée d'hospitalisation . . 128
5.3.5 Événements indésirables post-opératoires . . . 131
5.4 Limites de l'étude . . . 132
5.4.1 Limites méthodologiques . . . 132
5.4.1.1 Taille de l'échantillon et monocentricité . . . 132
5.4.1.2 Limites liées à la population étudiée . . . 132
5.4.1.3 Conception de l'étude : absence de groupe comparateur, absence de randomisation. . . . 132
5.4.1.4 Limites liées à la mesure des résultats subjectifs . . . 133
5.4.1.5 Durée de suivi hétérogène . . . 133
5.4.2 Limites pratiques . . . 133
5.4.2.1 Tolérance, invasivité et coût des examens d'imagerie (UCRM) . . 133
5.4.2.2 Adhésion aux soins postopératoires . . . 134
5.4.2.3 Évaluations andrologiques et troubles de l'éjaculation . . . 134
5.5 Perspectives . . . 134
5.5.1 Élargissement de l'échantillon et collaboration multicentrique . . . 134
5.5.2 Suivi prolongé et monitoring actif . . . 134
5.5.3 Prise en compte des dimensions andrologiques . . . 134
5.5.4 Apports émergents de l'ingénierie tissulaire et de l'intelligence artificielle . 134

5.5.5 Exploration de nouveaux biomatériaux . . . 135
5.5.6 Valoriser la personnalisation chirurgicale comme standard de prise en charge 135
5.5.7 Encourager une formation spécifique en reconstruction urétrale . . . 135
5.5.8 Développer des alternatives pour les cas irréparables . . . 135

6 SYNTHÈSE : PROTOCOLE CIRTÉEN – Raisonnements, Principes et Illustrations 136
6.1 Principes biomécaniques appliqués à l'urétroplastie . . . 137
6.1.1 Notion de Charrière, diamètre et périmètre . . . 137
6.1.2 Appréciation per-opératoire de la largeur de plaque urétrale . . . 137
6.1.3 L'urètre a-t-il un diamètre fixe ? . . . 139
6.1.4 Influence de la morphologie urétrale sur la dynamique mictionnelle : Rôle clé du diamètre hydraulique . . . 140
6.1.5 Seuil biomécanique minimal pour une tubulisation fiable . . . 142
6.2 Hypothèse de la revascularisation progressive de la plaque urétrale . . . 145
6.2.1 Observation clinique et fondements anatomiques de l'hypothèse . . . 145
6.2.2 Perspectives de validation de notre hypothèse . . . 146
6.3 Principes opératoires fondateurs du protocole CIRTÉEN . . . 147
6.4 Applications pratiques du protocole CIRTÉEN en contexte Algérien : retours d'experience et illustrations cliniques . . . 151
6.4.1 Information et consentement du patient . . . 151
6.4.2 Évaluation clinique et fonctionnelle . . . 151
6.4.3 Problématiques de l'UCRM dans notre contexte Algérien . . . 152
6.4.4 Solutions adoptées face aux insuffisances de l'UCRM . . . 153
6.4.4.1 Urétroscopie diagnostique : . . . 153
6.4.4.2 Urétrocystoscanner : une alternative prometteuse d'imagerie . . . 155
6.4.5 Préparation pré-opératoire . . . 156
6.4.5.1 Repos urétral . . . 156
6.4.5.2 Protection du haut appareil . . . 156
6.4.6 Étapes clés de la prise en charge chirurgicale . . . 156
6.4.6.1 Positionnement du patient . . . 156
6.4.6.2 Choix anesthésique et modalités d'intubation . . . 157
6.4.6.3 Déroulement de l'intervention . . . 160
6.4.6.4 Voie d'abord chirurgicale . . . 160
6.4.6.5 Approches chirurgicales selon la localisation de la sténose : du méat à l'urètre bulbo-membraneux . . . 163
6.4.6.6 Comment faire un prélèvement de muqueuse buccale . . . 186
6.4.6.7 Consignes de sortie et suivi post-opératoire . . . 189
6.5 Complications . . . 190

CONCLUSION GÉNÉRALE 197

ICONOGRAPHIE 198

ANNEXES 208

Bibliographie 228

Liste des figures

1.1 Professor Kirill Mikhailovich Sapezhko, Odessa, 1902. Photo par B. Gothlieb 4
1.2 Anatomie et terminologie de l'urètre coupe sagittale 6
1.3 Coupe longitudinale, Plafond et Plancher urètral. 8
1.4 Glandes Urétrales de *Littré* (*de Cowper*) visible sur l'UCRM 9
1.5 Schéma des artères du périnée 9
1.6 Le double apport sanguin à l'urètre 10
1.7 Vascularisation veineuse du pénis. 11
1.8 Évolution de la spongiofibrose 15
1.9 Anatomie de la cavité buccale – sites de prélèvement 16
1.10 Impact du gonflage d'un ballonnet de Foley sur la dilatation de l'urètre. 17
1.11 Débitmétrie urinaire. 29
1.12 Impact de l'incidence des rayons sur l'évaluation de la longueur de la sténose. . . . 31
1.13 Schéma illustrant l'application d'une sonde d'échographie périnéale. 33
1.14 Sono-urétrographie normale et pathologique. 34
1.15 Sténose prostato-membraneuse vue en IRM. 35
1.16 Positionnement en lithotomie exacerbée 48
1.17 Urétroplastie sans transsection 51
1.18 Urétroplastie d'augmentation avec greffe 52

4.1 Distribution des âges des patients inclus 71
4.2 Origine géographique des patients inclus 72
4.3 Répartition des patients selon la situation matrimoniale 72
4.4 Répartition des patients selon le statut professionnel 73
4.5 Répartition des patients selon leur niveau d'instruction 73
4.6 Répartition selon les catégories OMS 74
4.7 Répartition des patients selon les comorbidités générales 74
4.8 Répartition des patients selon les antécédents chirurgicaux 75
4.9 Répartition des patients selon le score ASA 76
4.10 Distribution des durées d'évolution avant prise en charge 77
4.11 Répartition des résultats des ECBU préopératoires 78
4.12 Répartition topographique des sténoses 78
4.13 Répartition des étiologies des sténoses 79
4.14 Réponses des patients au questionnaire CURES-preop 81
4.15 Répartition des voies d'abord chirurgicales 82
4.16 Diagramme de Sankey : Parcours évolutifs de reconstruction urétrale dans notre série 84
4.17 Distribution des largeurs de plaque urétrale 84
4.18 Distribution des longueurs de sténose urétrale 85
4.19 Emplacement du greffon urétral 87
4.20 Distribution des durées opératoires 88

4.21 Distribution des pertes sanguines peropératoires . . . 88
4.22 Distribution de la durée d'hospitalisation . . . 89
4.23 Répartition des patients selon la durée de suivi postopératoire par classes modales de temps . . . 90
4.24 Taux de succès anatomique, fonctionnel et global . . . 91
4.25 Distribution des débits maximaux (Q_{max}) . . . 92
4.26 Ablation du cathéter sus-pubien . . . 93
4.27 Nécessité de réintervention postopératoire . . . 93
4.28 Répartition des réponses au score CURES en post-opératoire (en %) . . . 96
4.29 Comparaison du score CURES avant et après chirurgie . . . 96
4.30 Taux de succès selon la tranche d'âge . . . 98
4.31 Taux de très satisfaits selon le score CURÈS et la tranche d'âge . . . 99
4.32 Taux de succès selon l'étiologie (barres horizontales) . . . 102
4.33 Kaplan–Meier – Succès anatomique selon l'étiologie (suivi réel) . . . 103
4.34 Kaplan–Meier – Succès fonctionnel selon l'étiologie (suivi réel) . . . 103
4.35 Kaplan–Meier – Satisfaction globale selon l'étiologie (suivi réel) . . . 104
4.36 Survie anatomique selon la longueur et la largeur de la sténose . . . 105
4.37 Survie du succès anatomique selon la largeur de la plaque urétrale . . . 106
4.38 Survie sans altération du ressenti global selon la longueur de la sténose . . . 106
4.39 Complication hémorragique post-opératoire . . . 107
4.40 Douleur buccale post-opératoire . . . 108
4.41 Douleur périnéale post-opératoire . . . 108
4.42 Infections urinaires post-opératoires . . . 109
4.43 Complications liées aux dispositifs de drainage . . . 110
4.44 Complication neurologique transitoire . . . 110
4.45 Distribution des complications selon Clavien-Dindo . . . 111

6.1 Voies de greffe en urétroplastie : dorsale vs ventrale . . . 136
6.2 Relation diamètre–périmètre . . . 138
6.3 Plaque urétrale après incision longitudinale — corrélation schéma / vue per-opératoire 138
6.4 Mesure per-opératoire de la plaque urétrale . . . 139
6.5 Illustration de la lumière urétrale virtuelle et hydraulique . . . 140
6.6 Impact de la morphologie urétrale sur l'écoulement urinaire . . . 142
6.7 Greffon de muqueuse buccale sur plaque urétrale étroite . . . 144
6.8 Greffon dorsal sur plaque urétrale rétrécie . . . 144
6.9 Hypothèse vasculaire — revascularisation secondaire de la plaque urétrale . . . 146
6.10 Aspect anatomopathologique d'un lichen scléro-atrophique urétral . . . 151
6.11 Évaluation topographique des lésions urétrales. . . . 152
6.12 Exemple d'Urétrocystographie rétrograde et mictionnelle reçue . . . 153
6.13 Exploration endoscopique des sténoses urétrales. . . . 154
6.14 Exploration endoscopique d'une sténose complète de l'urètre postérieur. . . . 155
6.15 Urétrocystoscanner. . . . 156
6.16 Positionnement du patient en fonction du site opératoire. . . . 157
6.17 Illustration schématique d'une anesthésie générale avec intubation naso-trachéale. 158
6.18 Préférence pour l'intubation nasotrachéale dans notre pratique. . . . 158
6.19 Illustration schématique d'une anesthésie générale avec intubation oro-trachéale. . 159
6.20 Positionnement de la tête pour le prélèvement de la muqueuse buccale. . . . 159
6.21 Bloc pudendal bilatéral en position de lithotomie. . . . 160
6.22 Voie coronale avec dégantage du fourreau de la verge . . . 161

6.23 Mise à plat de l'urètre pénien chez un patient présentant une sténose sévère. 162
6.24 Voie pénoscrotale – étapes opératoires 162
6.25 Technique chirurgicale pour la sténose méatique isolée 164
6.26 Fixation du greffon de muqueuse buccale 165
6.27 Glanduloplastie et finition chirurgicale 165
6.28 Aspect trois mois après chirurgie 166
6.29 Résultats fonctionnels après un premier temps de Johanson. 167
6.30 Staged urethroplasty hybride avec plastie cutanée et greffe de muqueuse buccale. . 168
6.31 Résultat séquentiel d'une reconstruction pénienne par plastie cutanée. 169
6.32 Image per-opératoire objectivant une rupture du corps caverneux. 169
6.33 UCRM montrant une sténose de l'urètre pénien moyen. 170
6.34 Étapes chirurgicales de la reconstruction urétrale pénienne. 171
6.35 Représentation schématique du sphincter strié autour de l'urètre membraneux . . . 172
6.36 Greffe de muqueuse buccale en position ventrale ou dorsale sur l'urètre bulbaire. . . 173
6.37 Urétroplastie en un temps avec greffe en onlay ventral. 174
6.38 Aspect per-opératoire d'une muqueuse urétrale détruite 175
6.39 Aspect per-opératoire d'une métaplasie squameuse séquellaire 176
6.40 Aspect peropératoire d'un lit spongieux fibreux et mal vascularisé et réalisation d'une urètrostomie périnéale. 177
6.41 Premier temps opératoire avec greffe en bulbaire selon Bracka. 178
6.42 Technique en deux temps avec greffe retardée selon le protocole Cirtéen. 178
6.43 Vue endoscopique tardive du greffon de muqueuse buccale après l'urétroplastie . . 179
6.44 Schéma du traumatisme par chute à califourchon. 180
6.45 Urétrocystographie montrant une sténose bulbo-membraneuse complète. 180
6.46 Anastomose urétrale augmentée par greffe de muqueuse buccale. 181
6.47 Spatulation des extrémités urétrales et fixation du greffon 181
6.48 Exploration Radiologique et Endoscopique pré-opératoire 182
6.49 Dissection périnéale et uètrotomie dorsale 183
6.50 Prélèvement du lambeau de vaginale testiculaire 184
6.51 Fixation et ancrage du lambeau 185
6.52 Aspect final du montage reconstructif 185
6.53 Repères lors du prélèvement buccal 186
6.54 Prélèvement de la muqueuse buccale 187
6.55 Étapes du prélèvement de la muqueuse buccale 187
6.56 Préparation finale du greffon de muqueuse buccale 188
6.57 Illustration schématique du site donneur de muqueuse buccale 188
6.58 Aspect final du site donneur trois mois après prélèvement 189
6.59 Aspect du greffon à J5 191
6.60 Suspicion d'abdédation à J9 191
6.61 Début d'abdédation à J13 192
6.62 Nécrose complète du greffon à J17 192
6.63 Reprise chirurgicale après 5 mois 193
6.64 Aspect peropératoire d'une fistule urétrale pénienne 193
6.65 Illustrations des irrégularités anatomiques post-reconstruction 194
6.66 Vue endoscopique des ponts fibreux post-reconstruction 195
6.67 Cas d'échec complet anatomique et fonctionnel. 196
6.1 Tables opératoires contenant les instruments pour la chirurgie reconstructrice . . . 198
6.2 Exploration cystoscopique d'un patient présentant une sténose urétrale 198
6.3 Endoscopie : suspicion de rétrécissement à l'UCRM non confirmée 199

6.4 Vue endoscopique d'une obstruction complète de la lumière urétrale 199
6.5 Vue endoscopique après mise à plat et plastie cutanée pénienne 200
6.6 Aspect endoscopique du greffon de muqueuse buccale (inlay dorsal) 200
6.7 Aspect endoscopique de l'interface greffon–muqueuse urétrale 201
6.8 Échec de cicatrisation après mise à plat simple 201
6.9 Exemple d'UCRM montrant une sténose urétrale bulbo-membraneuse 202
6.10 Fistule urétro-cutanée post-traumatique et confirmation en UCRM. 202
6.11 Impact des comorbidités sur la prise en charge des sténoses urétrales. 203
6.12 Fistule urétro-cutanée post-hypospadias : évaluation clinique et exploration. 203
6.13 Hypospadias postérieur : (A) aspect initial ; (B) premier temps opératoire 204
6.14 Hypospadias opéré à l'enfance compliqué de fistules et cul-de-sac urinaire 204
6.15 Urétroplastie en deux temps 205
6.16 Spongiofibrose sévère avec lumière oblitérée — mise à plat 205
6.17 Périnéostomie après mise à plat (3 mois) : deux patients (A) et (B) 206
6.18 Plastie par lambeau scrotal, patient adressé à notre service 206
6.19 Voie médiane pénienne 207

Liste des tableaux

1.1 Classification EAU des rétrécissements urétraux selon leur sévérité 38
1.2 Comparaison des Différentes Sources Tissulaires en Urétroplastie 57
1.3 Classification de Clavien et Dindo 57

4.1 Répartition des patients selon les traitements urétraux antérieurs. 75
4.2 Retentissement sur l'appareil urinaire chez les 30 patients inclus 77
4.3 Répartition des estimations radiologiques de longueur sur l'UCRM 79
4.4 Évaluation préopératoire du confort mictionnel selon le score CURES-preop 80
4.5 Évaluation préopératoire de la fonction sexuelle selon le score CURES-preop 80
4.6 Évaluation préopératoire du bien-être global selon le score CURES-preop 80
4.7 Répartition des modalités anesthésiques et d'intubation dans la série 81
4.8 Codification des approches chirurgicales 83
4.9 Répartition des approches chirurgicales 83
4.10 Largeur de la plaque urétrale selon les étiologies et les localisations 85
4.11 Longueurs des lésions urétrales selon les étiologies et les localisations 86
4.12 Types de tissus de reconstructions employé 86
4.13 Succès fonctionnel selon l'âge et l'étiologie 91
4.14 Succès fonctionnel selon les caractéristiques morphométriques des sténoses 92
4.15 Succès fonctionnel selon le tissu de reconstruction 92
4.16 Succès anatomique selon l'âge et l'étiologie 94
4.17 Succès anatomique selon le type de tissu de reconstruction 94
4.18 Succès anatomique selon la localisation des sténoses 95
4.19 Satisfaction post-opératoire selon le score CURES 95
4.20 Répartition du score CURES selon les paramètres cliniques et techniques 97
4.21 Taux de succès par tranche d'âge 98
4.22 Taux de succès anatomique par tranche d'âge 98
4.23 Taux de satisfaction globale par tranche d'âge 99
4.24 Succès fonctionnel selon l'IMC 99
4.25 Succès anatomique selon l'IMC 100
4.26 Satisfaction globale selon l'IMC 100
4.27 HTA / diabète et critères de succès 100
4.28 Comparaisons statistiques selon le type d'antécédent 101
4.29 Succès fonctionnel selon la durée d'évolution 101
4.30 Succès anatomique selon la durée d'évolution 101
4.31 Satisfaction globale selon la durée d'évolution 102
4.32 Taux de succès selon l'approche chirurgicale 104
4.33 Largeur de la plaque urétrale et critères de succès 105
4.34 Longueur de la sténose et critères de succès 105
4.35 Arrêt précoce du traitement selon l'âge 107

4.36 Arrêt précoce du traitement selon la durée d'évolution 107
4.37 Complications buccales post-opératoires 109
4.38 Typologie des complications post-opératoires 111
4.39 Synthèse des complications fonctionnelles et anatomiques tardives 112
4.40 Résultats croisée des complications postopératoires 113

5.1 Comparaison des caractéristiques des principales séries internationales 115
5.2 Principales séries internationales sur les sténoses urétrales complexes 116
5.3 Comparaison des âges médians entre notre série et les principales séries internationales 118
5.4 Comparaison des antécédents et traitements urologiques préopératoires 121
5.5 Répartition topographique des sténoses dans les séries sélectionnées 122
5.6 Comparaison des étiologies des sténoses dans les principales séries internationales 123
5.7 Comparaison des caractéristiques morphométriques des sténoses urétrales 125
5.8 Comparaison des longueurs et des largeurs de sténose, types de greffe et taux de succès 127
5.9 Comparaison des données peropératoires dans les séries égyptiennes et indiennes . 130
5.10 Comparaison des complications post-opératoires 131

6.1 Correspondance Charrière, diamètre et périmètre 137
6.2 Impact des configurations morphologiques sur le débit urinaire 141

Liste des abréviations

CCD Circonstances de découverte. 27

DD Décubitus dorsal. 37, 39
DE dysfonction érectile. 29
DEj dysfonction éjaculatoire. 30

ECBU Examen cytobactériologique des urines. xii, 32

HBP Hypertrophie Bénigne de la Prostate. 42

IIEF International Index of Erectile Function. 29
INT Intubation nasotrachéale. 204
IPSS International Prostate Symptom Score. 28
IRM Imagerie par résonance magnétique. xii, 39

LS Lichen scléreux. 9, 21
LSA Lichen Scléro-Atrophique. 17, 31
LUPP lésions urétrales post-traumatiques du petit bassin. 29

PRP plasma riche en plaquettes. 53

RAU Rétention aigue d'urine. 27
RPM Résidu Post-Mictionnel. xii, 32, 238

SBAU symptômes du bas appareil urinaire. 27, 28
SU Sténoses urétales. 20, 39
SUG Sonourétrographie. xii, 37, 41

TURNS Trauma and Urologic Reconstructive Network of Surgeons. 65

UCRM Urétro Cystographie rétro-grade et per-mictionnel. xii, xvii, 32–37, 39–41, 198, 228, 231
UI Urétrotmie interne. 222
UISCV Urétrotmie interne sous contrôle de la vue. 52, 53
USS-PROM Urethral Stricture Surgery-Patient Reported Outcome Measure. 28

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'urètre masculin ne se limite pas à un simple rôle d'évacuation des urines. Il participe également à la fonction génitale, en permettant le passage des spermatozoïdes nécessaires à la reproduction.

Cette double fonction — urinaire et génitale — lui confère une importance anatomique et physiologique majeure. Toute altération de son intégrité peut ainsi entraîner des perturbations fonctionnelles profondes.

La prévalence globale des **sténoses urétrales** est estimée à environ **0,9 %** dans la population masculine, avec une incidence variant de **229 à 627 cas pour 100 000 hommes**, touchant préférentiellement les sujets de plus de **55 ans** [1]. Aux États-Unis, elles seraient responsables de près de **1,5 million de consultations** et de **5 000 hospitalisations annuelles** [2]. Au Royaume-Uni, on estime à environ **16 000 urétrotomies internes** et **700 urétroplasties** réalisées chaque année [3].

Au-delà des données épidémiologiques, les sténoses urétrales représentent en pratique une pathologie à la fois fréquente et complexe en urologie.

Dans la pratique clinique courante, les traitements endo-urétraux, bien que largement utilisé en première intention, sont fréquemment reconduits en cas d'échec.

Les recommandations internationales récentes confirment que l'urétroplastie constitue actuellement l'approche de référence pour les formes récidivantes ou complexes, avec une meilleure durabilité que les procédures endoscopiques répétées. Dans les reconstructions nécessitant un tissu de substitution, la greffe de muqueuse buccale s'est imposée comme un matériau privilégié et largement adopté [4, 5].

Dans notre contexte, une proportion non négligeable de patients nous est adressée à un stade déjà avancé de la maladie, souvent après plusieurs tentatives thérapeutiques infructueuses et un diagnostic tardif. Ces patients présentent souvent des sténoses infranchissables, voire à peine perméables, ne relevant plus d'une prise en charge endoscopique classique et plaçant l'urologue face à une véritable impasse thérapeutique. Cette situation conduit fréquemment au maintien prolongé d'un cathéter sus-pubien, parfois pendant plusieurs années, avec un retentissement fonctionnel, social et psychologique notable.

Malgré l'essor de la chirurgie reconstructrice, les données locales structurées sur l'applicabilité de l'urétroplastie par greffe de muqueuse buccale chez des patients porteurs d'un urètre sévèrement altéré restent limitées.

C'est à partir de ce constat qu'a émergé la question de recherche de cette thèse, avec l'objectif d'évaluer, en conditions réelles de pratique, la faisabilité de ces reconstructions ainsi que la qualité des résultats obtenus.

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer les résultats cliniques et fonctionnels de l'urétroplastie par greffe de muqueuse buccale chez des patients présentant des sténoses urétrales complexes.

Dans cette dynamique, un cadre décisionnel volontairement pragmatique, désigné sous le nom de **Protocole Cirtéen**, a été élaboré afin de structurer la prise de décision et d'adapter les stratégies de reconstruction à ces situations complexes. Il ne s'agit pas d'une innovation technique, mais d'une organisation raisonnée du choix thérapeutique, appuyée sur les données de la littérature et l'expé-

rience clinique, avec pour objectif d'offrir une issue cohérente à des patients en situation d'impasse thérapeutique.

Ce manuscrit présente successivement une revue de la littérature, la méthodologie de l'étude, les résultats obtenus, puis leur discussion, avant d'aboutir à une synthèse consacrée au **Protocole Cirtéen**.

Chapitre 1

DONNÉES DE LA LITTÉRATURE

La présente thèse s'appuie sur une **revue exhaustive et méthodique de la littérature**, réalisée avec la plus grande rigueur scientifique, afin de rassembler les données les plus pertinentes et actualisées concernant les **sténoses urétrales** et leur **prise en charge**. Cette recherche bibliographique a été menée en interrogeant les bases de données scientifiques de référence, notamment **PubMed** et **Google Scholar**, et couvre la période de **1900 à 2025**. Les mots-clés utilisés incluaient : *« urethral stricture »*, *« urethral stenosis »*, *« anatomy »*, *« histology »*, *« embryology »*, *« history »*, *« definition »*, *« epidemiology »*, *« etiology »*, *« urethral reconstruction »*, *« buccal mucosa graft »*, *« urethroplasty »* et *« surgical outcomes »*. Ces termes ont été combinés à l'aide des **opérateurs booléens** (AND, OR, NOT) pour optimiser la recherche.

La sélection des articles s'est appuyée sur deux critères principaux :

- **La langue de publication**, en privilégiant l'anglais et le français ;
- **La pertinence scientifique**, évaluée selon le contenu, le niveau de preuve et le lien avec le sujet.

En complément, plusieurs ouvrages de référence ont été consultés pour enrichir l'analyse, parmi lesquels :

- *Textbook of Male Genitourethral Reconstruction* (Martins et al., 2020) [6] ;
- *Advanced Male Urethral & Genital Reconstructive Surgery*, 2e éd. (Morey et al., 2022) [7] ;
- *Urethral Reconstructive Surgery* (Brandes, 2016) [8] ;
- *Reconstructive Urethral Surgery* (Schreiter et Jordan, 2006) [9].

1.1 Historique de l'utilisation de la Muqueuse Buccale en Urologie

Les **sténoses urétrales** sont connues depuis l'Antiquité. Des textes médicaux anciens, tels que les papyrus égyptiens ou encore les traités de médecine chinoise et hindoue, décrivent déjà leur prise en charge [10]. Certaines figures historiques, telles qu'**Épicure** et **Napoléon Bonaparte**, auraient souffert de cette affection, illustrant ainsi son impact à travers l'histoire [11]. Jusqu'à la fin du XIXe siècle, la **dilatation urétrale** constituait la seule approche thérapeutique disponible, témoignant des limites des techniques chirurgicales de l'époque. L'essor de la chirurgie reconstructrice au XXe siècle a conduit à l'exploration de nouveaux tissus de substitution.

1.1.1 Premières explorations de la muqueuse buccale en chirurgie

L'utilisation de la **muqueuse buccale** en chirurgie trouve ses premières applications en **ophtalmologie**. En **1873**, **Stellwag von Carion** rapporta son usage dans la réparation de lésions conjonctivales, **Van Milligen** (1880) et **Portmann** (1900) confirmèrent ensuite ses propriétés biologiques remarquables [12]. Une avancée déterminante fut réalisée en **1894** par **Kirill Mikhailovich Sapezhko** en **Ukraine (Figure 1.1)**, qui fut le premier à appliquer une **greffe de muqueuse buccale** pour traiter une **sténose de l'urètre** [13]. Avant d'introduire cette technique chez l'homme, **Sapezhko** réalisa plusieurs études expérimentales sur des animaux afin d'évaluer les propriétés biologiques et la viabilité du greffon de muqueuse buccale. Il documenta ces travaux dans sa thèse intitulée *Clinical Material to the Topic of Mucosa Transposition* [14]. En **1902**, **Thyrmos** rapporta les bons résultats d'une urétroplastie réalisée avec un greffon de muqueuse buccale. Toutefois, cette avancée ne fut pas immédiatement suivie d'une adoption généralisée et la technique tomba dans une forme d'hibernation scientifique pendant plusieurs décennies [13].

Ce n'est qu'en **1940** que **Graham Humby**, relança l'intérêt pour cette approche en l'utilisant comme **dernier recours** pour réparer un **hypospadias compliqué d'une fistule péno-scrotale** chez un enfant de 8 ans ayant déjà subi plusieurs interventions infructueuses. Toutefois, Humby exprima un **scepticisme marqué** quant à l'efficacité de cette technique et souligna son manque de conviction dans son article publié en **1941** dans le *British Journal of Surgery* sous le titre *"A one-stage operation for hypospadias"* [13].



Figure 1.1 – Professor Kirill Mikhailovich Sapezhko, Odessa, 1902.
Photo par B. Gothlieb [13]

1.1.2 Développement et standardisation en urologie reconstructrice

En **1992**, une avancée majeure fut réalisée par **Burger et al.**, qui rapportèrent une série de six patients traités par greffe de **muqueuse buccale** : trois cas de reprise d'échec de cure d'hypospadias, un cas de sténose urétrale courte et un cas d'épispadias. Toutefois, les résultats demeurèrent mitigés. L'adoption généralisée de cette technique eut lieu en **1995**, lorsque **Duckett et al.** démontrèrent son efficacité pour la reconstruction urétrale dans les cas d'**hypospadias, épispadias et sténoses urétrales** [15]. Cette étude marqua le début de l'**urétroplastie moderne par greffe de muqueuse buccale**.

Dès lors, plusieurs études consolidèrent l'utilisation de la **muqueuse buccale** en **urologie reconstructrice** :

En **1993**, **El-Kasaby et al.** rapportèrent la première série de 20 patients adultes traités par urétroplastie avec greffon de muqueuse buccale, établissant son rôle en urologie reconstructrice chez l'adulte [16]. En **1996**, **Morey et McAninch** décrivirent la technique d'**onlay ventral**, où la muqueuse buccale est suturée ventralement à la muqueuse urétrale [17]. En **1998**, **Barbagli et al.** popularisèrent l'**onlay dorsal**, qui s'est révélé plus stable et plus efficace sur le long terme [18].

Par la suite, un véritable changement de paradigme s'est opéré, faisant évoluer l'urétroplastie vers une chirurgie de plus en plus standardisée et ouverte. Alors que cette technique était autrefois réservée aux cas complexes ou en échec de dilatation, elle s'est progressivement imposée comme une alternative de premier choix dans de certaines indications. Cette transformation s'est accompagnée d'une amélioration des résultats fonctionnels et d'une optimisation des techniques chirurgicales, favorisée par l'émergence de recommandations structurées émanant des sociétés savantes.

- **European Association of Urology (EAU)** [4] ;
- **American Urological Association (AUA)** [5] ;
- **Société Internationale d'Urologie (SIU)** [19] ;
- **Association Française d'Urologie (AFU)** [20].

Parallèlement, les avancées en **génie tissulaire** offrent de nouvelles perspectives pour la reconstruction urétrale [21]. La bio-ingénierie des tissus urétraux représente un défi majeur pour l'avenir, visant à développer des greffons autologues cultivés in vitro et parfaitement biocompatibles.

1.2 Rappel anatomique

L'urètre masculin est un conduit musculo-membraneux s'étendant du col vésical au méat urétral. Sa double fonction assure l'élimination de l'urine et le transport du sperme. Sa connaissance anatomique et embryologique est indispensable à toute chirurgie reconstructrice

1.2.1 Développement embryonnaire de l'urètre

Le développement embryologique de l'urètre est étroitement lié à celui de la vessie, du rectum et de l'appareil génital, ce qui explique la fréquence des malformations associées. Les principales étapes de ce développement peuvent être résumées comme suit **[22, 23]** :

- la formation du septum uro-rectal, permettant la division du cloaque primitif en sinus urogénital et rectum ;
- l'allongement du tubercule génital chez l'embryon masculin, accompagné de l'apparition d'une gouttière urétrale ventrale bordée par les replis urétraux ;
- la canalisation progressive de cette gouttière et la fusion des replis urétraux, conduisant à la formation de l'urètre pénien, de la fosse naviculaire et du méat urétral ;
- une fusion incomplète des replis urétraux, survenant entre la 11^{e} et la 16^{e} semaine de développement, pouvant être responsable d'un hypospadias, associé à un déficit du tissu ventral, un développement incomplet du corps spongieux et une **chordée**.

1.2.2 Configuration Anatomique Externe

1.2.2.1 Division anatomique de l'urètre masculin

L'urètre masculin se divise en deux parties principales : **l'urètre postérieur et l'urètre antérieur (Figure.1.2)**.

- **Urètre Postérieur** situé dans la région pelvienne, est constitué de trois segments distincts :
  - **Partie pré-prostatique** : Il constitue la jonction entre la vessie et l'urètre prostatique. Cette zone est essentielle pour la continence urinaire grâce à la présence du sphincter urétral interne, un muscle involontaire qui participe au maintien de la continence et empêche l'éjaculation rétrograde du sperme dans la vessie [24].
  - **Partie prostatique** : Ce segment traverse la prostate.
  - **Partie membraneuse** : elle débute à l'apex de la prostate et traverse le diaphragme urogénital. Ce segment, oblique, est entouré de fibres musculaires striées constituant le **sphincter urétral externe**, permettant le contrôle volontaire de la miction. Plusieurs études [25, 26, 27] ont montré que le sphincter strié présente une configuration en forme de **lettre Omega**, avec une prédominance dorsale et une discontinuité ventrale [28], Comme illustré dans la **figure 6.35**. Ce segment est solidement ancré à l'os pubien par les ligaments pubo-prostatiques, contribuant ainsi à la stabilité de l'urètre postérieur.
- **Urètre Antérieur**, situé dans la région périnéale, est entièrement entouré par le corps spongieux, qui longe la face ventrale du pénis. Ce dernier présente deux renflements anatomiques distincts :
  - **Le bulbe du pénis** : Renflement initial situé à la base du pénis, correspondant à la portion proximale du corps spongieux.
  - **Le gland du pénis** : Renflement distal où se termine l'urètre antérieur.

  L'urètre antérieur se divise en trois segments principaux :
  - **Urètre bulbaire** : Il s'étend du diaphragme urogénital à la jonction pénoscrotale, au niveau du buble du corps spongieux. Deuxième portion la plus longue de l'urètre, il est localisé au sein du muscle bulbo-spongieux. Ce muscle joue un rôle clé dans l'expulsion de l'urine et du liquide séminal accumulés dans l'urètre bulbaire.
  - **Urètre pénien** : Il représente la portion la plus longue de l'urètre antérieur, s'étendant de l'urètre bulbaire jusqu'à la fossette naviculaire.
  - **Fossette naviculaire** : Située dans le gland pénien, elle constitue la partie terminale de l'urètre et s'ouvre au niveau du méat urétral.

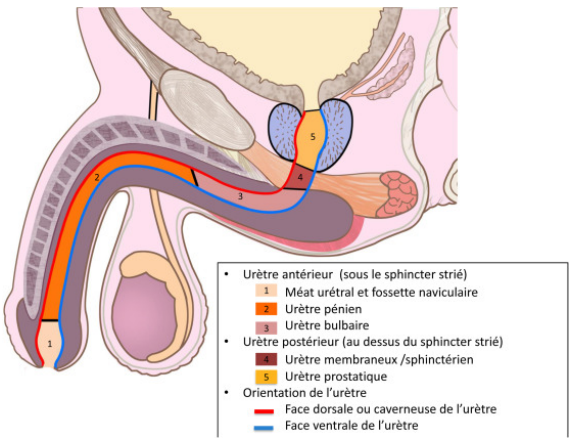


Figure 1.2 – Anatomie et terminologie de l'urètre coupe sagittale [10].

1.2.2.2 Dimensions de l'Urètre Masculin

• **Longueur :** la longueur totale de l'urètre masculin varie entre 18 et 20 cm. Elle se répartit selon les différentes sections anatomiques comme suit :

— **Partie prostatique** : environ 3 cm [29].
— **Partie membranacée** : environ 2 cm [29].
— **Partie spongieuse** : environ 12 cm, constituant la portion la plus longue de l'urètre [30].

• **Diamètre :** l'urètre masculin est un conduit virtuel, très extensible, sauf dans la partie membranacée. Il ne présente pas de diamètre "chiffré" fixe, car les parois se collent l'une contre l'autre en dehors des périodes de miction. En période de miction, le calibre moyen de l'urètre est de 10 mm. Ce calibre varie en fonction des différentes sections de l'urètre, avec trois principales dilatations :

— La fosse naviculaire : 12 mm,
— Le sinus bulbaire : 11 mm,
— Le sinus prostatique : 15 mm, qui a la plus grande compliance et sert de réservoir pour le sperme lors du premier stade de l'éjaculation.

La compliance urétrale maximale varie :

— Partie prostatique : 20 mm,
— Partie membranacée : 10 mm,
— Partie spongieuse : 12 à 14 mm,
— L'orifice externe : 7 mm.

1.2.2.3 Trajet, Courbures de l'Urètre Masculin

L'urètre masculin présente deux courbures principales lorsqu'il est flaccide, qui se distinguent par leurs localisations anatomiques et leurs variations en fonction de l'érection :

— **Courbure dorsale (concave vers le haut)** : Cette courbure se situe au niveau de la jonction entre l'urètre postérieur et l'urètre spongieux. Elle est orientée vers l'arrière et le haut, et elle est considérée comme une courbure "fixe", ne variant pas au moment de l'érection.
— **Courbure ventrale (concave vers le bas)** : Cette courbure est située dans la portion pénienne de l'urètre spongieux. Elle est orientée vers l'avant et le bas, et elle varie avec l'érection, devenant plus marquée lors de celle-ci. Cette courbure est dite "mobile" car elle est influencée par l'érection.

1.2.3 Configuration Anatomique Interne

La compréhension de la configuration interne est particulièrement précieuse en endoscopie urétrale (urétroscopie) ainsi que dans la chirurgie de l'urètre (**Figure. 1.3**).

La muqueuse urétrale est caractérisée par une coloration rouge et une morphologie qui varie selon les différentes portions anatomiques.

— **Col vésical** : Situé au sommet de la base de la vessie, à environ 2-3 cm en avant et en dedans des méats urétéraux, il constitue la partie supérieure du trigone de Lieutaud.
— **Partie prostatique** : Elle est caractérisée par une saillie longitudinale médiane de la muqueuse, appelée crête urétrale. De chaque côté de cette crête se trouvent les sinus urétraux, où s'ouvrent les canaux prostatiques. À sa partie moyenne, la crête urétrale s'élargit pour former une élévation circulaire, le *colliculus séminal*, mesurant 10 à 15 mm de longueur et environ 3 mm de hauteur. Son sommet abrite l'utricule prostatique, un cul-de-sac de 6 mm de profondeur, vestige embryonnaire du canal de Müller, considéré comme l'homologue de l'utérus chez la femme. Cet utricule peut être dilaté chez les patients atteints de troubles du développement sexuel, notamment en cas d'hypospadias sévère. De chaque côté du *colliculus séminal* s'ouvrent les conduits éjaculateurs, permettant la connexion entre les voies urinaires et reproductrices.
— **Partie membraneuse** : Cette portion est également marquée par des plis longitudinaux de

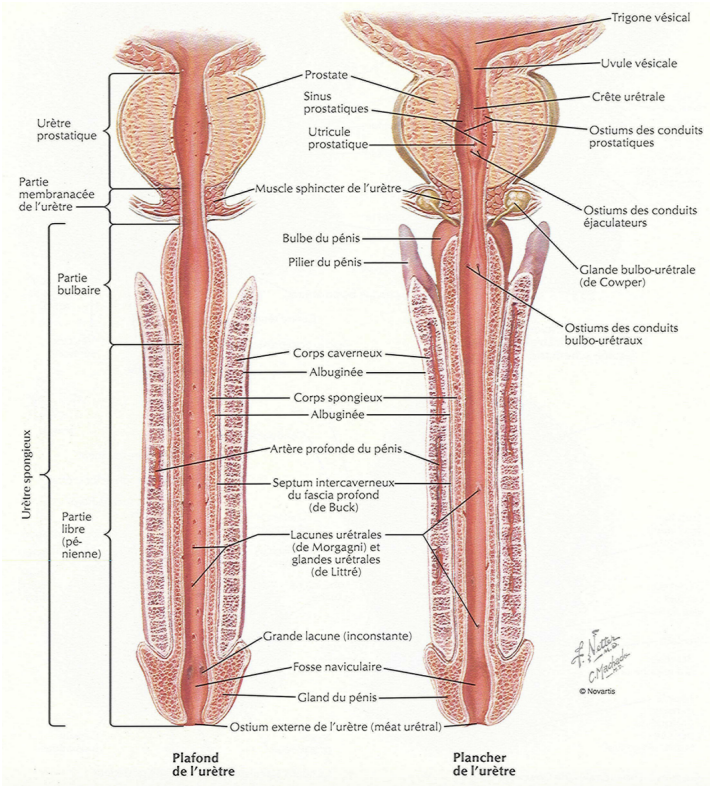


Figure 1.3 – Coupe longitudinale, Plafond et Plancher urètral [31].

la muqueuse. A sa hauteur, latéralement au sphincter urétral, nous retrouvons deux glandes paires et symetriques , appelé glandes bulbo-urétrales ou glandes de *cowper*. Ces glandes peuvent peuvent parfois être visualisées en urétrographie rétrograde ou antérograde.

— **Partie spongieuse** : Cette portion de l'urètre, entièrement entourée par le corps spongieux :
  - **Urètre bulbaire** : à ce niveau, s'ouvrent les glandes bulbo-urétrales, elles sécrètent un mucus lubrifiant essentiel pour la miction et l'éjaculation.
  - **Urètre pénien** : Situé dans le corps spongieux du pénis, il est parcouru par de nombreuses dépressions appelées lacunes urétrales (anciennement appelées *lacunes de Morgani*), dans lesquelles s'ouvrent les glandes urétrales ou les glandes de *de Littré*. Ces glandes, visibles en cystoscopie, sécrètent un mucus protecteur et s'étendent distalement jusqu'à la fosse naviculaire. Dans certaines pathologies obstructives, comme le Lichen scléreux (LS), l'élévation de la pression intra-urétrale peut entraîner une dilatation de ces glandes, pouvant être observée en urétrographie rétrograde **(Figure.1.4)**. L'urètre pénien se terminera par un repli muqueux transversal appelé valvule de la fosse naviculaire ou *valvule de Guérin*, jouant un rôle dans la dynamique du flux urinaire.
  - **Fosse naviculaire** : Aussi appelée urètre glandulaire, cette portion se distingue du reste de l'urètre pénien par son absence de fixation aux corps caverneux. Cette spécificité anatomique est importante, car elle conditionne les particularités des sténoses urétrales dans cette région.

1.2.4 Vascularisation et innervation de l'urètre

L'irrigation sanguine de l'urètre repose sur un réseau vasculaire anastomosé, principalement issu de l'artère iliaque interne. La préservation de cette vascularisation est essentielle en chirur-

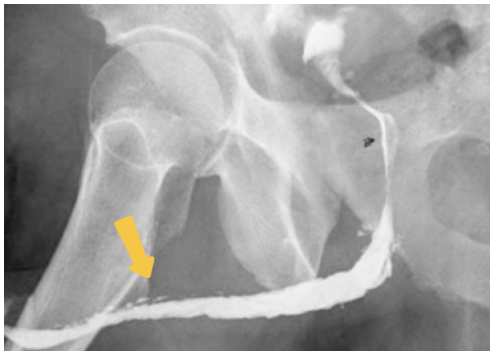


FIGURE 1.4 – Glandes Urétrales (*de Littré*) visible sur l'UCRM (flèche jaune). [6]

gie urétrale afin de favoriser une cicatrisation optimale et de garantir le succès des interventions **(Figure. 1.5)**

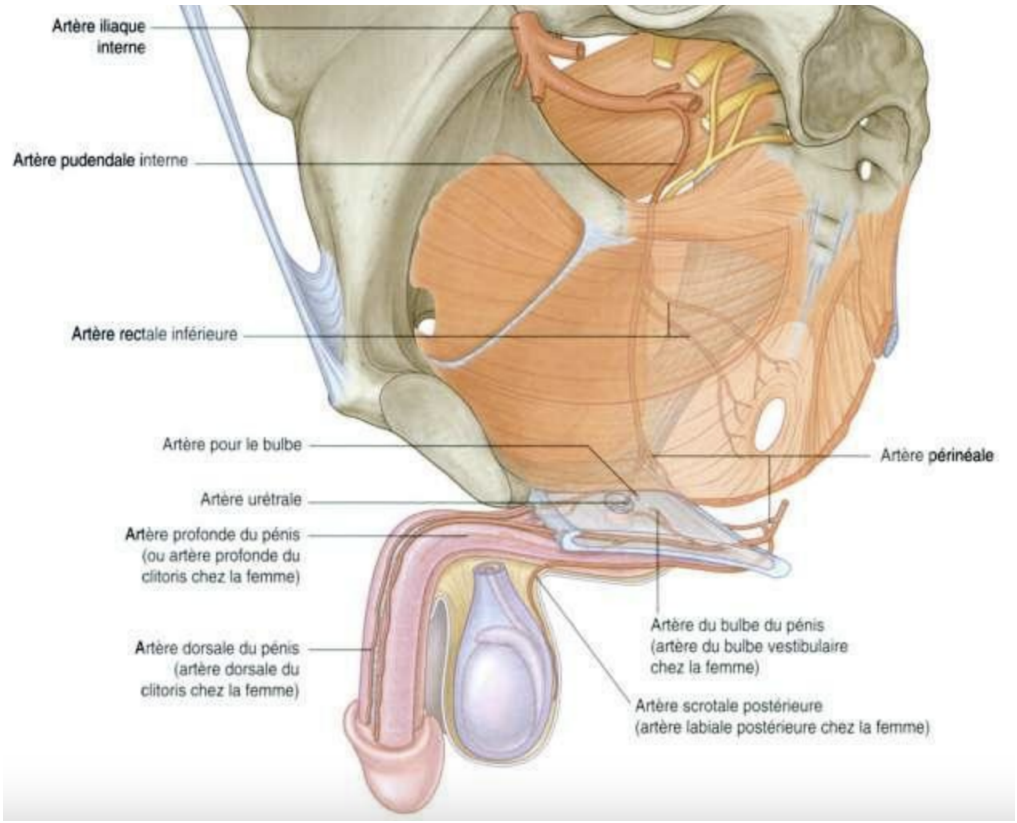


FIGURE 1.5 – Représentation anatomique des artères vascularisant le périnée, mettant en évidence les branches de l'artère pudendale interne et leur distribution [24].

1.2.4.1 Vascularisation artérielle

- **L'urètre postérieur**, est vascularisé par des branches de l'artère iliaque interne :
  - **Les branches vésico-prostatiques de l'artère vésicale inférieure** irriguent le col vésical, le sphincter urétral interne ainsi que l'urètre prostatique et membraneux.
  - **L'artère rectale moyenne** contribue également à l'irrigation de l'urètre membraneux.

• **L'urètre antérieur** reçoit sa vascularisation principalement de l'**artère pudendale interne**, issue de l'**artère iliaque interne**. Cette artère suit un trajet bien défini et donne naissance à plusieurs branches essentielles :

- **Trajet de l'artère pudendale interne** :
  - Quitte le bassin par le **foramen infra-piriforme**.
  - Contourne l'**épine ischiatique** pour pénétrer dans la **fosse ischio-rectale** via la petite incisure ischiatique.
  - Pénètre dans le **canal pudendal**, où elle longe la face interne de la branche ischio-pubienne.
- **Branches collatérales de l'artère pudendale interne** :
  - **L'artère périnéale** : vascularise le périnée et le scrotum.
  - **L'artère bulbaire** : irrigue le bulbe et la portion postérieure des corps caverneux.
  - **L'artère urétrale** : pénètre le corps spongieux en avant de l'urètre postérieur et assure l'irrigation de l'urètre spongieux.
  - **L'artère pénienne commune** : se divise en deux branches terminales :
    - **L'artère dorsale du pénis** : vascularise le gland, participant ainsi à un apport sanguin rétrograde.
    - **L'artère profonde du pénis** : irrigue les corps caverneux et contribue à la vascularisation de l'urètre antérieur.
- **Double vascularisation de l'urètre antérieur (Figure. 1.6)** :
  - **Flux antérograde** : assuré par l'artère bulbaire et l'artère urétrale, qui irriguent l'urètre et le corps spongieux.
  - **Flux rétrograde** : assuré par l'artère dorsale du pénis, qui vascularise le gland en continuité avec le corps spongieux.
  - **Vaisseaux perforants** : relient les corps caverneux au corps spongieux, renforçant la vascularisation de l'urètre.

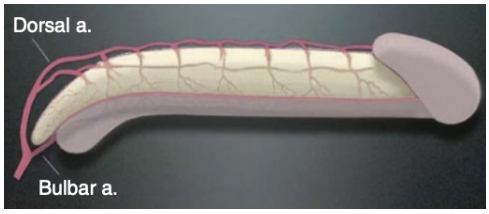


Figure 1.6 – Illustration du double apport sanguin à l'urètre [6].

Ce réseau vasculaire richement anastomosé permet une dissection et une mobilisation étendues lors d'une chirurgie urétrale, sans risque majeur d'ischémie.

1.2.4.2 Drainage veineux de l'urètre

La vascularisation veineuse du pénis et de l'urètre repose sur un réseau complexe de veines assurant un drainage efficace des différentes structures anatomiques **(Figure. 1.7)**.

- **Veine dorsale superficielle du pénis (VDSP)** : Draine la peau du pénis et rejoint les **veines pudendales externes**, qui se connectent à la **veine fémorale**.
- **Veine dorsale profonde du pénis (VDPP)** : Assure le drainage principal du **gland** et des **corps caverneux**. Elle chemine entre les **artères dorsales** du pénis, traverse la brèche entre le **ligament inférieur pubien** et l'**espace profond du périnée**, pour se connecter aux **plexus veineux prostatiques** (plexus de Santorini).

- **Veines circonflexes (VCr)** : Relient la **veine dorsale profonde** aux **veines caverneuses** et aux **veines péri-urétrales**, assurant une anastomose entre les différents systèmes veineux.
- **Veines caverneuses (VC)** : Drainent les **corps caverneux** et rejoignent les **veines pudendales internes (VPi)**.
- **Veine péri-urétrale (Vpu)** : Située dans le **corps spongieux**, draine l'**urètre spongieux** et s'anastomose avec la **VDPP** via les **VCr**.
- **Plexus de Santorini (PS)** : Situé en avant de la prostate, il reçoit les veines du pénis, dont la **veine dorsale profonde**, et se draine vers les **veines iliaques internes**.
- **Urètre membraneux et prostatique** : drainé par les **VPi** et le **PS**.

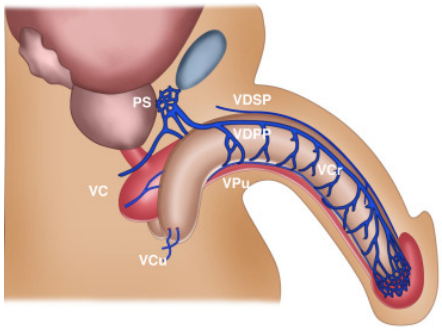


FIGURE 1.7 – **Illustration de la vascularisation veineuse du pénis**. Veine dorsale superficielle du pénis (VDSP), veine dorsale profonde du pénis (VDPP), veine caverneuse (VC), veine circonflexe (VCr), veine crurale (VCu), veine caverneuse péri-urétrale (Vpu), plexus de Santorini (PS) [10].

1.2.4.3 Drainage lymphatique de l'urètre

Le drainage lymphatique de l'urètre varie selon ses différentes portions anatomiques. Chaque segment possède un réseau lymphatique spécifique qui assure le transport de la lymphe vers les ganglions lymphatiques régionaux.

• **Urètre prostatique** Les lymphatiques de l'urètre prostatique se confondent avec ceux de la prostate et forment quatre pédicules principaux :

- **Pédicule iliaque externe** : draine la lymphe vers les ganglions iliaques externes.
- **Pédicule hypogastrique** : satellite de l'artère prostatique, il rejoint les ganglions iliaques internes (hypogastriques).
- **Pédicule postérieur** : dirige la lymphe vers les ganglions sacrés latéraux et les ganglions du promontoire.
- **Pédicule inférieur** : suit le trajet de l'artère honteuse interne et se draine dans un ganglion iliaque interne.

• **Urètre membraneux** Les lymphatiques de l'urètre membraneux, se dirigent principalement vers les **ganglions iliaques externes** et les **ganglions iliaques internes**. • **Urètre spongieux** Les lymphatiques de l'urètre spongieux vont aux ganglions inguinaux superficiels et iliaques externes.

1.2.4.4 Innervation

L'innervation de l'urètre est assurée par deux systèmes distincts : un système somatique et un système autonome. L'intégrité de ces deux systèmes est indispensable pour garantir l'efficacité des

phases de continence, de miction et d'éjaculation. Les principaux nerfs impliqués dans l'innervation des différentes portions urétrales sont décrits ci-dessous.

- **Innervation somatique**
  L'innervation somatique de l'urètre est principalement issue du **plexus hypogastrique inférieur**. Ce plexus donne naissance aux **nerfs splanchniques pelviens**, qui contribuent à la formation du **nerf pudendal**. Le nerf pudendal suit un trajet anatomique précis :
  - Il émerge du pelvis par le **foramen infra-piriforme**.
  - Il contourne l'**épine ischiatique**.
  - Il traverse le **canal pudendal** (canal d'Alcock), où il se divise en plusieurs branches collatérales.

  Parmi ces branches, on distingue :
  - **Branche superficielle** : Innerve la peau du scrotum et donne un rameau pénien pour la face ventrale de la verge.
  - **Branche profonde** : Innerve les muscles du périnée, notamment :
    - Le **muscle transverse profond**.
    - Le **muscle sphincter strié de l'urètre**.
    - Les **muscles bulbo-caverneux** et **ischio-caverneux**.
    - Les **muscles bulbo-spongieux**.
- **Innervation autonome (végétative)**
  L'innervation autonome de l'urètre dérive entièrement du **plexus hypogastrique inférieur**. Ce plexus donne naissance au **plexus prostatique**, qui participe à l'innervation de l'urètre prostatique. Du plexus prostatique émergent deux nerfs principaux :
  - **Le grand nerf caverneux** : Innerve les **corps caverneux** du pénis.
  - **Le petit nerf caverneux** : Innerve la **racine du pénis**.

  Ces nerfs assurent la régulation du tonus musculaire et la vasomotricité des structures érectiles, jouant un rôle clé dans les fonctions érectiles et éjaculatoires.

1.2.5 Tissu conjonctif de la région périnéale

Le tissu conjonctif de la région périnéale joue un rôle essentiel dans le cloisonnement des différents espaces périnéaux. Ces espaces, rencontrés par le chirurgien urologue lors de l'abord des différentes portions urétrales, sont structurés par une succession de fascias et de membranes. Voici une description détaillée de ces structures :

- **Corps périnéal** : Au centre du périnée se trouve le **corps périnéal**, une structure anatomique clé où la majorité des fascias périnéaux trouvent leur point d'attache.
- **Fascia périnéal externe** : En superficie, on observe le **fascia périnéal externe**, qui se prolonge au niveau scrotal par le **fascia spermatique externe**.
- **Membrane périnéale (fascia inférieur du diaphragme urogénital)** : Dans un plan plus profond, on retrouve une membrane épaisse, attachée postérieurement au corps périnéal. Cette membrane, appelée **fascia inférieur du diaphragme urogénital** ou **membrane périnéale**, soutient le diaphragme urogénital.
- **Fascia supérieur du diaphragme urogénital** : Au-dessus du diaphragme urogénital se trouve un fascia plus fin, qui s'attache également au corps périnéal. Ce fascia fusionne avec la membrane périnéale pour former le **ligament transverse profond du périnée**.

1.2.6 Espaces périnéaux

Les espaces périnéaux, sont des zones anatomiques incontournables à connaître en chirurgie urétrale. Voici une description détaillée de ces espaces et de leurs structures.

• **Espace périnéal superficiel** : Cet espace est fermé par la **membrane périnéale** (ou fascia inférieur du diaphragme urogénital), qui sépare l'espace périnéal superficiel de l'espace périnéal profond. À la zone antérieure, la membrane périnéale s'épaissit pour former le **ligament transverse du périnée**. En face de ce ligament se trouve le **ligament arqué**, situé sous la symphyse pubienne et entre les branches pubiennes du pubis. Entre ces deux ligaments passe la **veine dorsale du pénis**.

L'espace périnéal superficiel contient les muscles suivants :

- **Muscle transverse superficiel** : Muscle mince et parfois inconstant, il s'insère entre le corps périnéal et la tubérosité ischiatique.
- **Muscles ischio-caverneux** : Situés de manière hémicirconférentielle autour des piliers du pénis (corps caverneux).
- **Muscle bulbo-spongieux** : Entoure de manière hémicirconférentielle le bulbe de l'urètre spongieux. Ce muscle prend son insertion postérieure sur le corps périnéal.

• **Espace périnéal profond** : L'espace périnéal profond est une région anatomique complexe contenant les structures suivantes :

- **Corps périnéal** : Situé en avant de l'urètre membraneux, il sert de point d'insertion à plusieurs muscles.
- **Muscle sphincter strié urétral** : Composé de deux portions :
  - **Muscle urétro-prostatique** : Fibres circulaires concentriques autour de l'urètre.
  - **Muscle compresseur de l'urètre** : Fixé sur les branches ischio-pubiennes.
- **Muscle transverse profond du périnée** : Ce muscle s'insère sur la tubérosité ischiatique et sur le corps périnéal. Sa contraction stabilise le corps périnéal.

Ces structures forment ensemble le **diaphragme urogénital**, qui joue un rôle essentiel dans le soutien et la fonction des organes pelviens.

1.2.7 Structure histologique

L'urètre masculin présente une organisation histologique complexe qui varie selon ses différentes portions. Toutefois, certaines couches histologiques sont constantes, quel que soit le segment considéré.

- **Partie prostatique** : sa paroi est faite d'un épithélium de type « urinaire », au dessus du veru montanum et de type prismatique pseudo-stratifié au dessous du veru montanum. Cet épithélium repose sur une membrane basale qui le sépare d'un chorion qui se continue avec le stroma prostatique. La musculeuse est faite de 2 couches : longitudinale interne et circulaire externe.
- **Partie membraneuse** : Cette portion est constituée de deux tuniques distinctes :
  - **Tunique muqueuse** : Épithélium cylindrique stratifié avec des îlots d'épithélium pavimenteux stratifié et *lamina propria.*
  - **Tunique musculaire** : Couche interne de fibres longitudinales et couche externe de fibres circulaires.
- **Partie spongieuse** : Organisée en cinq niveaux histologiques ; épithélium urétral, lamina propria, corps spongieux, l'albuginée et fascia de Buck. L'Épithélium urétral est un épithélium cylindrique stratifié/pseudostratifié, devenant cilié ou squameux stratifié non kératinisant aux

derniers centimètres [32].

1.2.8 Histopathologie des sténoses urétrales

La formation des sténoses urétrales résulte d'un enchaînement de modifications tissulaires progressives qui aboutissent à une fibrose pathologique [33, 34].

1.2.8.1 Altérations épithéliales initiales

- **Métaplasie squameuse** : L'épithélium urétral pseudo-stratifié normal est remplacé par un épithélium squameux stratifié, plus fragile et moins adapté au **stress mécanique urétral**. Cette transformation est induite par des agressions chroniques d'origines diverses : infections, inflammations, traumatismes répétés ou expositions à des agents chimiques.
- **Ulcérations épithéliales** : En réponse aux agressions répétées, l'épithélium métaplasique se fissure sous l'effet de la distension urétrale. Ces ulcérations exposent le tissu sous-jacent, facilitant l'extravasation urinaire dans le **tissu spongieux** et déclenchant une réaction inflammatoire locale.

1.2.8.2 Réaction inflammatoire et fibrogenèse

- **Infiltration cellulaire** : L'agression tissulaire entraîne un afflux de myofibroblastes et de cellules géantes multinucléées dans la *lamina propria*. Cette infiltration s'accompagne de l'activation du *connective tissue growth factor* (CTGF), stimulant la production excessive de matrice extracellulaire.
- **Dépôt de collagène pathologique** : L'hyperactivité des myofibroblastes entraîne une synthèse excessive de collagène de types III et IV, altérant l'architecture normale de la paroi urétrale. Contrairement aux processus de réparation physiologiques dominés par le collagène de type I, cet excès de collagène immature génère un tissu cicatriciel rigide, hypovasculaire et peu extensible. La perte d'élasticité entraîne progressivement une diminution du calibre urétral.

1.2.8.3 Spongiofibrose

- **Propagation de la fibrose** : Lorsque la fibrose atteint le **tissu spongieux**, on parle de **spongiofibrose**. Ce phénomène est aggravé par l'hyperpression urétrale chronique et les manipulations endo-urétrales répétées, qui favorisent la progression de la fibrose au sein des structures érectiles environnantes (voir figure 1.8).
- **Altérations structurales** : La transformation du **tissu spongieux** en un tissu conjonctif dense entraîne une perte de compliance urétrale et un rétrécissement progressif de la lumière urétrale, compromettant ainsi la dynamique mictionnelle et augmentant le risque de rétention urinaire.

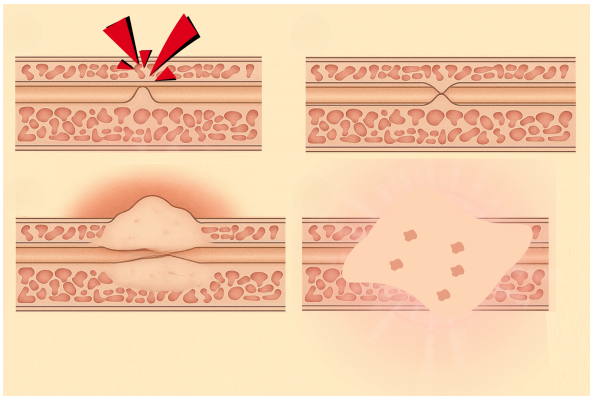


FIGURE 1.8 – **Illustration schématique des différents stades de spongiofibrose.** [35]

1.2.8.4 Cas particulier du lichen scléro-atrophique

Le **Lichen Scléro-Atrophique (LSA)** (également appelé *balanitis xerotica obliterans*, BXO) est une affection inflammatoire chronique d'origine inconnue, considérée comme l'équivalent masculin du lichen vulvovaginal extensif. Sur le plan histo-pathologique, le **LSA** (ou *balanitis xerotica obliterans*, BXO) se caractérise par une **inflammation chronique du derme superficiel**, associée à une **atrophie progressive de l'épithélium urétral**. Cette atrophie s'accompagne d'une **sclérose sous-épithéliale hyalinisante**, responsable d'un épaississement fibreux qui altère l'élasticité de la paroi urétrale et prédispose au rétrécissement de la lumière [36].

1.2.9 Rappel Anatomique de la Cavité Buccale

L'anatomie de la cavité buccale est d'une importance capitale en chirurgie reconstructrice de l'urètre. Grâce à ses propriétés histologiques uniques, la muqueuse buccale constitue le tissu de choix pour la greffe urétrale. Dans le cadre de l'**urétroplastie par greffe de muqueuse buccale**, une connaissance détaillée de cette région est indispensable afin d'optimiser le prélèvement du greffon et de minimiser les complications postopératoires.

1.2.9.1 Limites et Organisation Anatomique

La cavité buccale est une cavité ostéo-musculaire délimitée comme suit [37] :

- **En avant** : les **lèvres** (labium supérieur et inférieur).
- **Latéralement** : les **joues**, constituées principalement du muscle **buccinateur**.
- **En haut** : le **palais dur**, formé par les os maxillaire et palatin, et le **palais mou**, composé de structures musculaires dont le muscle uvulaire.
- **En bas** : le **plancher buccal**, soutenu par les muscles **mylo-hyoïdien** et **génio-hyoïdien**.
- **En arrière** : l'**isthme du gosier**, qui établit la transition avec l'oropharynx.

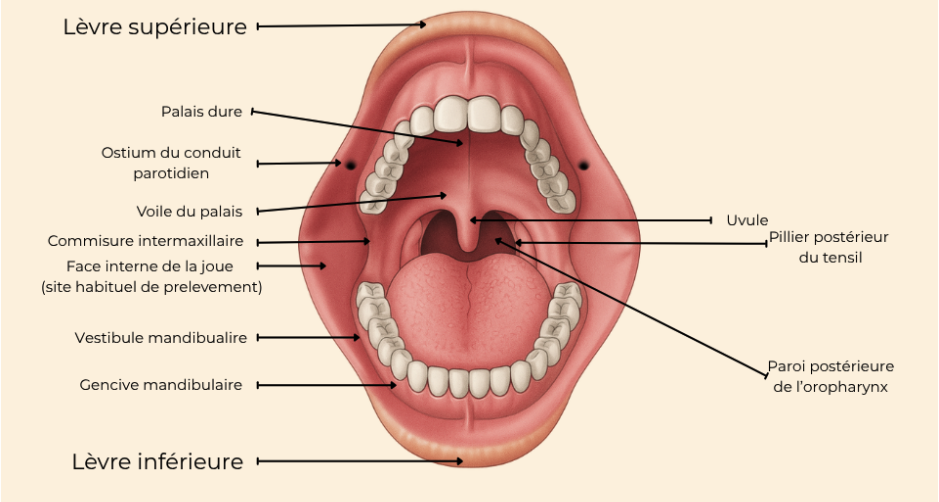


Figure 1.9 – Anatomie de la cavité buccale. [38]

1.2.9.2 Histologie et Propriétés de la Muqueuse Buccale

La muqueuse buccale présente des caractéristiques structurelles qui en font un excellent matériau de greffe en urétroplastie. Elle se compose de plusieurs couches [39]. (Figure. **??**) **Un épithélium malpighien pluristratifié**, dont la kératinisation varie selon les zones. **Une membrane basale**, mesurant environ 1 à 2 µm d'épaisseur, séparant l'épithélium du tissu conjonctif sous-jacent. **La lamina propria**, richement vascularisée et apportant une résistance mécanique accrue. **Une sous-muqueuse**, présente dans certaines régions, contenant des glandes salivaires, des nerfs et des vaisseaux sanguins. La **muqueuse buccale** présente des caractéristiques particulièrement favorables en chirurgie reconstructrice de l'urètre. Son **épaisseur optimale** assure une bonne prise du greffon tout en préservant l'intégrité de la zone donneuse. Elle se distingue également par sa **grande élasticité**, qui lui permet de s'adapter aux contraintes mécaniques liées à la miction. De plus, sa **résistance aux infections** et Enfin, sa **facilité de suture** garantit une stabilité satisfaisante du greffon et contribue à réduire le risque de complications post-opératoires.

1.2.10 Considérations Cliniques et Implications Anatomiques

La prise en charge des sténoses urétrales doit systématiquement intégrer une évaluation rigoureuse de la **vascularisation urétrale** et des **mécanismes de continence**. Une approche chirurgicale adaptée aux particularités anatomiques et aux antécédents du patient permet d'optimiser les résultats fonctionnels et de minimiser les complications, en particulier les risques d'**ischémie urétrale** et d'**incontinence post-opératoire**. L'évaluation initiale de l'urètre repose généralement sur la **cystoscopie** et l'**urétrographie rétrograde**. Pour ces procédures, le **méat urétral** constitue le principal point d'accès. Son diamètre normal est d'environ **7 mm** (équivalent à **Ch21**), alors que la fosse naviculaire peut atteindre **12 mm** (**Ch36**). Lors d'une urétrographie rétrograde, il est fréquent d'utiliser un ballonnet de sonde de Foley pour assurer l'étanchéité. Toutefois, ce geste peut entraîner des conséquences délétères. En effet, il a été observé qu'un gonflement du ballonnet à seulement **2 cc** provoque une dilatation de **50 Ch**, risquant d'endommager la fosse naviculaire (Figure. 1.10) [6]. De plus, l'utilisation de sondes de **22 Fr** peut favoriser la survenue de **sténoses de la fosse naviculaire** [40].

• **Rôle du Col Vésical et de l'Urètre Membraneux dans la Continence :** l'intégrité du **col vésical** et de l'**urètre membraneux** est essentielle pour la continence urinaire, et doivent être prises

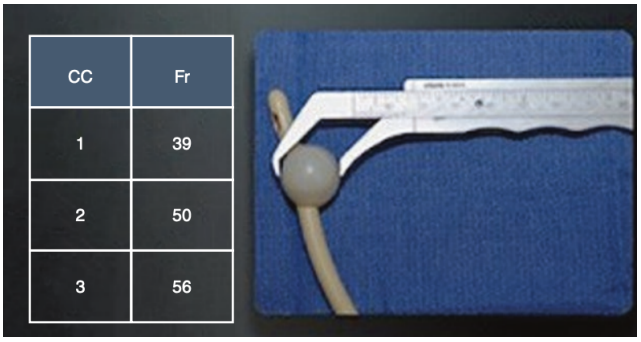


FIGURE 1.10 – Impact du gonflage d'un ballonnet de Foley sur la dilatation de l'urètre [6].

en compte avant toute **urétroplastie**. En cas de **sténose de l'urètre postérieur**, au moins l'un des deux mécanismes doit être fonctionnel pour assurer la continence. Chez les patients présentant une **sténose de l'urètre membraneux**, il est primordial d'évaluer l'intégrité du col vésical. Si celui-ci est déficient, il faudra envisager la prise en charge de l'incontinence dans le projet chirurgical.

• **Considérations Spécifiques Chez les Patients à Risque :** certains patients présentent un risque accru de mauvaise vascularisation et donc d'**échec chirurgical**. Parmi eux :

- **Patients ayant des antécédents d'hypospadias** : Leur vascularisation distale est souvent altérée, les rendant plus dépendants du flux antérograde.
- **Patients ayant subi une fracture du bassin avec rupture urétrale** : Une section urétrale proximale interrompt les **artères bulbo-urétrales**, ce qui ne pose normalement pas de problème en raison de la persistance du **flux rétrograde via les artères dorsales**. - Toutefois, si ces dernières sont également lésées, il existe un risque d'ischémie urétrale post-opératoire.
- **Patients ayant subi une radiothérapie ou une chirurgie urétrale étendue** : Une irradiation pelvienne peut induire une **fibrose vasculaire**, réduisant la capacité de cicatrisation. Une urétroplastie dans ce contexte doit s'appuyer sur une **technique préservant au maximum la vascularisation résiduelle**.

• **Considérations Techniques en Chirurgie Urétrale :** la préservation de la vascularisation urétrale est essentielle pour éviter les complications ischémiques après reconstruction. Certaines techniques permettent d'optimiser l'apport sanguin restant :

- **Préserver au moins l'un des deux flux vasculaires urétraux**.
- **Utiliser une approche non transfixiante** permet d'éviter de léser les axes vasculaires sous-jacents.
- **Fermer en deux plans** peut réduire la tension sur les berges de suture et améliore la revascularisation des greffons.

1.3 Épidémiologie des Sténoses Urétrales

L'**épidémiologie** des **Sténoses urétales (SU)** demeure imparfaitement définie à l'échelle mondiale, en raison de la diversité des **étiologies**, des **disparités géographiques** et du **manque d'études dédiées** sur cette pathologie [1]. Néanmoins, certaines données permettent d'établir un aperçu global concernant la **prévalence**, l'**incidence** et les caractéristiques épidémiologiques des sténoses urétrales. En 2006, **Santucci et al.** ont rapporté une incidence variant de **229 à 627 cas pour 100 000 hommes**, avec une nette **prédominance chez les hommes de plus de 55 ans** [1]. Ils ont également estimé que les sténoses urétrales étaient responsables d'environ **1,5 million de consultations** et de **5000 hospitalisations par an** aux États-Unis [2]. La **prévalence globale** des sténoses

urétrales a été évaluée à environ **0,9 %** [2]. Au Royaume-Uni, le nombre annuel d'interventions chirurgicales pour SU était estimé à **16 000 urétrotomies** et **700 urétroplasties** [3]. Cependant, ces données, bien que précieuses, proviennent principalement du **système de santé américain** et datent de plus de **vingt ans**, soulignant la nécessité de nouvelles études épidémiologiques actualisées à l'échelle internationale.

1.3.1 Distribution anatomique et évolution avec l'âge

L'incidence des sténoses urétrales augmente significativement après **55 ans**, avec un âge moyen au diagnostic estimé à **45,1 ans** [1]. Les études indiquent que **l'urètre antérieur** est le plus souvent touché (**92,2 % des cas**), avec une prédominance des sténoses **bulbaires** (**46,9 %**) [41]. Ce taux augmente progressivement avec chaque décennie supplémentaire [10]. Les sténoses urétrales peuvent également survenir comme complications des chirurgies reconstructrices. Après une intervention chirurgicale pour **hypospadias**, l'apparition d'une **sténose méatique** ou d'une **sténose urétrale** est rapportée dans **1,3 à 20 % des cas**, en fonction de la sévérité de l'anomalie initiale et de la technique chirurgicale utilisée [4]. Par ailleurs, l'incidence des sténoses post-hypospadias est plus élevée dans les **pays développés**, où la prise en charge chirurgicale de cette malformation est plus courante [42].

1.3.2 Spécificités géographiques

L'étiologie et la répartition des sténoses urétrales varient significativement selon les régions du monde [42]. **États-Unis** : Prédominance des **sténoses de l'urètre pénien** [42]. **Inde** : Incidence plus élevée des **sténoses postérieures**, souvent associées à des traumatismes pelviens et au **LS** [42]. **Italie** : **92 %** des sténoses sont **antérieures**, avec une localisation **bulbaire** dans **47 %** des cas [41].

À ce jour, il n'existe **aucune étude épidémiologique nationale détaillée** sur les sténoses urétrales en **Algérie**. Les données disponibles sont principalement issues de **rapports cliniques** et d'**observations locales**, suggérant une prévalence similaire à celle des **pays en développement**, où les étiologies infectieuses et traumatiques sont prédominantes [42]. La nécessité d'**études épidémiologiques nationales** est cruciale pour mieux quantifier l'ampleur du problème et adapter les stratégies de **prise en charge**. Une analyse approfondie des **facteurs de risque**, des **modalités thérapeutiques** et des **résultats à long terme** permettrait d'optimiser la gestion des patients et d'établir des recommandations adaptées au contexte algérien.

1.4 Origines des sténoses urétrales : analyse des facteurs de risque et approche préventive

L'**étiologie** des **SU** varie considérablement à l'échelle mondiale, influencée par la diversité des systèmes de santé, la qualité des soins, les caractéristiques démographiques, ainsi que par des facteurs **environnementaux, culturels et sociaux**. Ces disparités expliquent l'hétérogénéité des causes sous-jacentes à ces sténoses selon les régions [42]. Toutefois, quelle que soit leur origine, les sténoses urétrales ont un **impact délétère** sur la santé physique et altèrent significativement la **qualité de vie** des patients [4]. Chez l'homme, cinq principales **étiologies** sont reconnues, leur prévalence variant selon les contextes : **infectieuse**, **iatrogène**, **traumatique**, **inflammatoire** (*lichen scléreux*), **idiopathique**.

1.4.1 Causes infectieuses

Les **MST** sont historiquement une cause majeure de **sténose urétrale**, principalement via des **urétrites bactériennes**. Autrefois, l'**urétrite gonococcique récidivante** représentait la cause principale des sténoses de l'urètre antérieur, atteignant jusqu'à **40 %** des cas [43, 44]. Même avec un traitement précoce, l'inflammation urétrale pouvait évoluer vers une sténose [10]. Grâce à la **promotion des pratiques sexuelles sûres** et à l'**accès facilité aux services de santé sexuelle**, la prévalence des sténoses post-infectieuses a considérablement diminué, ne représentant plus que **0,9 % à 4,6 %** des cas dans les séries contemporaines des pays industrialisés [4]. Les sténoses urétrales peuvent résulter d'une infection des **glandes périurétrales**, situées dans le **corps spongieux**. Ces glandes sont particulièrement abondantes au niveau de l'urètre bulbaire et de la portion distale de l'urètre pénien, ce qui explique la prédominance des sténoses dans ces régions [45]. Le rôle des **urétrites non gonococciques** dans la genèse des sténoses urétrales reste encore débattu. Il a été suggéré qu'une **inflammation chronique post-chlamydienne** pourrait être associée à un **mécanisme d'hypersensibilité retardée** [43].

Deux autres pathogènes impliqués dans les **urétrites non gonococciques** ont été récemment étudiés :

- ***Ureaplasma urealyticum***
- ***Mycoplasma genitalium***

Les études ont montré que ces bactéries étaient probablement impliquées dans des **atteintes inflammatoires urétrales**, mais sans qu'une altération épithéliale notable ne soit mise en évidence sur le plan clinique [43]. Par ailleurs, certaines infections plus rares peuvent également être responsables de **sténoses urétrales**, notamment :

- **Tuberculose urinaire** : Bien que la tuberculose urogénitale soit une atteinte connue, l'atteinte urétrale reste rare, représentant seulement **1,9 % à 4,5 %** des cas [6]. Cette étiologie doit être évoquée devant des **sténoses longues**, en particulier lorsqu'elles s'accompagnent de **fistules**, d'**abcès péri-urétraux** ou d'une **prostatite tuberculeuse**.
- **Schistosomiase** : Cette parasitose endémique, particulièrement fréquente en Afrique et au Moyen-Orient, peut provoquer une inflammation chronique et une sténose urétrale.
- **Autres maladies endémiques** : Certaines infections tropicales, bien que plus rares, peuvent être responsables de sténoses urétrales.

1.4.2 Causes inflammatoires

1.4.2.1 Lichen scléreux

Le **lichen scléreux** est une maladie cutanée inflammatoire chronique d'origine auto-immune, présentant une prédilection pour les organes génitaux masculins. La première description du lichen scléreux masculin remonte à 1928 par Stühmer [45]. L'atteinte urétrale survient dans **20 %** des cas de lichen scléreux, et près de la moitié des patients développent une **sténose urétrale** [4]. Cette pathologie constitue la principale cause des **sténoses panurétrales**, représentant **48,6 %** des cas [41]. L'étiologie exacte du lichen scléreux reste incomplètement élucidée, bien qu'une origine **auto-immune** soit fortement suspectée. Plusieurs facteurs ont été impliqués dans son apparition :

- **Facteurs traumatiques** : Les microtraumatismes répétés pourraient jouer un rôle déclencheur.
- **Dysfonctionnement immunitaire** : Le lichen scléreux est souvent associé à d'autres maladies auto-immunes.
- **Facteurs infectieux** : La bactérie *Borrelia burgdorferi* (agent de la maladie de Lyme) a été évoquée comme un possible facteur déclenchant [46].

À ce jour, aucun facteur unique n'a été formellement identifié, et le lichen scléreux est considéré comme une maladie **multi-factorielle**. Le lichen scléreux semble plus fréquent dans les pays en développement que dans les pays industrialisés. Il touche préférentiellement les patients **non circoncis**, **obèses**, **diabétiques**, **hypertendus**, **fumeurs**, ou présentant une **dyslipidémie** [4]. L'atteinte débute généralement au niveau du **prépuce** ou du **gland**, puis s'étend au méat urinaire et à l'urètre. Le diagnostic est souvent posé tardivement, au stade de **phimosis** ou de **sténose urétrale**. En l'absence de traitement, la maladie peut s'étendre à l'ensemble de l'urètre, au fourreau de la verge et aux bourses. Le lichen scléreux pourrait être un facteur de risque du **carcinome épidermoïde du pénis**, bien que ce lien reste controversé. La présence d'un **lichen scléreux** est un facteur de **mauvais pronostic** pour le traitement des sténoses urétrales, car il est associé à un risque élevé de récidive. En raison de son caractère inflammatoire chronique, certains auteurs considèrent qu'il s'agit d'une véritable **maladie de l'urètre** [36].

1.4.2.2 Autres causes inflammatoires de sténose urétrale

- Une autre cause inflammatoire rare de sténose urétrale est le **syndrome de Reiter**, qui associe (Urétrite, Arthrite, Conjonctivite). Cette pathologie auto-immune peut entraîner des lésions urétrales sévères à des degrés variables.
- Enfin, bien que rare, une variante inflammatoire du **vitiligo** localisée au niveau du gland peut provoquer une **sténose méatale** [47].

1.4.3 Causes iatrogènes

Les **sténoses urétrales iatrogènes** constituent l'une des principales causes de sténose de l'urètre, notamment dans les **pays industrialisés**, représentant entre **32 % et 79 %** des cas selon les séries [44]. Elles résultent principalement des **manœuvres instrumentales endo-urologiques** (*cathétérisme, cystoscopie*), des chirurgies pour **obstruction bénigne de la prostate (HBP)**, des interventions pour **cancer de la prostate**, ainsi que des **chirurgies de l'hypospadias**. La résection transurétrale de la prostate (RTUP) est la cause principale chez les patients de plus de 50 ans, tandis que la chirurgie de l'hypospadias est plus fréquemment impliquée chez les patients plus jeunes [45].

1.4.3.1 Cathétérisme urétral

Le **cathétérisme urétral** est une procédure courante mais potentiellement source de complications, représentant entre **11,2 % et 16,3 %** de toutes les sténoses urétrales [48]. Les lésions urétrales secondaires au cathétérisme peuvent survenir :

- **Lors de l'insertion** du cathéter, notamment en cas de fausse route (**29,7 % des cas**).
- **Lors du gonflement du ballonnet dans la lumière urétrale** (**70,3 % des cas**) [4].

L'inflammation et l'ischémie induites par un cathétérisme prolongé peuvent évoluer vers une sténose urétrale. Certains travaux ont mis en évidence un rôle du **matériau du cathéter** : les modèles en **silicone** sont associés à une moindre réaction inflammatoire que ceux en **latex**. Par ailleurs, les **mouvements du cathéter** dans l'urètre contribuent à l'irritation et à la formation de sténoses. En cas de cathétérisme prolongé, l'utilisation d'un **cathéter sus-pubien** est recommandée pour minimiser ce risque [45]. Contrairement aux sténoses post-instrumentation, les **sténoses post-cathétérisme** sont souvent **longues et irrégulières** et se situent principalement à la **jonction pénoscrotale** [49].

Les facteurs de risque de sténose urétrale après cathétérisme incluent :

- **Diamètre excessif** de la sonde,
- **Durée prolongée du sondage**,

— **Indications excessives du cathétérisme**,
— **Formation insuffisante** du personnel médical [45].

1.4.3.2 Chirurgies pour obstruction bénigne de la prostate

La **RTUP** est une cause fréquente de sténose urétrale, avec une incidence de **1,7 % à 13 %** [10]. Les localisations préférentielles des sténoses post-RTUP sont : **L'urètre bulbomembraneux**, **La fosse naviculaire**, **L'urètre pénien** [45].

Les mécanismes impliqués dans les sténoses urétrales post-RTUP comprennent :

— **Frottement du résectoscope** au niveau de la jonction pénoscrotale,
— **Lubrification insuffisante**,
— **Mouvements répétés du résectoscope** (allers-retours excessifs),
— **Durée opératoire prolongée**,
— **Rupture de la muqueuse urétrale**,
— **Extravasation urinaire** due à une altération de l'intégrité muqueuse,
— **Brulures par courant monopolaire** causées par une mauvaise isolation du résectoscope [50].

1.4.3.3 Traitements du cancer de la prostate

Les sténoses urétrales sont une complication reconnue des traitements du **cancer de la prostate**, notamment après : **Prostatectomie radicale**, **Radiothérapie externe**, **Curiethérapie** [51].

Après **prostatectomie radicale**, les séries récentes rapportent une incidence de sténose de l'**anastomose vésico-urétrale** comprise entre **1 et 3 %**. La plupart surviennent dans les **deux premières années** suivant l'intervention [10]. Les principaux facteurs de risque sont :

— **Chirurgicaux** : durée opératoire, fistule anastomotique, saignement, absence de préservation neurovasculaire, faible expérience chirurgicale (< 40 cas/an) [4].
— **Oncologiques** : cancers de haut grade, stade avancé, infiltration de l'apex prostatique, ...etc.
— **Liés au patient** : volume prostatique élevé, maladie coronarienne, obésité, hypertension, diabète, âge avancé [51].

Après **radiothérapie**, l'incidence des SU varie selon la technique utilisée :

— **1,5 %** après **radiothérapie externe**,
— **1,9 %** après **curiethérapie**,
— **Jusqu'à 4,9 %** après une **combinaison des deux** [4].

1.4.4 Causes Traumatiques

Les **traumatismes** constituent la **deuxième cause** de sténose urétrale chez l'adulte [44]. Ils peuvent affecter aussi bien l'**urètre antérieur** que l'**urètre postérieur**, bien que les mécanismes lésionnels et leurs conséquences varient selon la localisation de l'atteinte.

1.4.4.1 Traumatismes de l'urètre antérieur

L'**urètre antérieur** est particulièrement vulnérable aux **traumatismes contondants**, tandis que les plaies pénétrantes y sont plus rares. Le segment le plus souvent touché est l'**urètre bulbaire proximal**, en raison de sa position anatomique relativement fixe. Les mécanismes les plus courants incluent :

— **Chutes à califourchon** (ex. : chute sur une barre ou une structure dure) ;

- **Coups directs au périnée** lors d'activités physiques, de travaux de manutention, de conduite de moto ou d'accidents sportifs ;
- **Accidents de la route** ou **chutes d'une hauteur importante**.

Lors d'un traumatisme contondant, l'urètre bulbaire est comprimé contre les branches pubiennes inférieures, ce qui peut provoquer une lésion initialement méconnue, mais évoluant secondairement vers une **sténose urétrale**, parfois jusqu'à **dix ans après le traumatisme** [52]. La **fracture du pénis** est également associée à une atteinte urétrale dans **15 %** des cas [53, 45]. Bien que moins fréquentes, les **plaies pénétrantes de l'urètre** peuvent également entraîner des sténoses. Elles résultent généralement de : **blessures par balle**, **coups de couteau**, **amputations traumatiques du pénis**. Ces lésions sont rarement isolées et s'accompagnent souvent de dommages aux structures avoisinantes [43].

1.4.4.2 Traumatismes de l'urètre postérieur

Les lésions de l'**urètre postérieur** surviennent fréquemment en association avec les **fractures du bassin**. L'incidence de ces lésions varie de **3 % à 25 %** selon les études et le type de fracture pelvienne [43]. Les traumatismes de l'urètre postérieur sont souvent causés par une force de **cisaillement**, entraînant une séparation de l'**apex prostatique** du **diaphragme urogénital**. Toutefois, des études récentes suggèrent que la rupture se produit principalement au niveau de la **jonction bulbo-membraneuse**, et non à la jonction prostatomembraneuse comme supposé précédemment [45]. Les causes les plus fréquentes des traumatismes de l'urètre postérieur sont :

- **Accidents de la route** (voitures, motos, vélos) ;
- **Accidents du travail** (écrasements, chutes d'objets lourds) ;
- **Chutes d'une grande hauteur**.

1.4.5 Origine idiopathique

De manière surprenante, la prévalence des **sténoses urétrales idiopathiques** a significativement augmenté ces dernières années [54]. Même après une anamnèse approfondie, leur étiologie demeure inconnue dans **34 %** des sténoses de l'**urètre pénien** et dans **63 %** des sténoses de l'**urètre bulbaire** [10]. Ces sténoses se manifestent généralement sous la forme de lésions **courtes** situées au niveau de l'**urètre bulbaire** et sont plus fréquemment observées chez des **patients jeunes** [55]. Plusieurs mécanismes ont été suggérés pour expliquer l'apparition de ces sténoses idiopathiques :

- **Conséquence tardive d'un traumatisme périnéal passé inaperçu** durant l'enfance. Certains auteurs estiment que ces lésions pourraient se développer progressivement et devenir symptomatiques à l'âge adulte.
- **Anomalie du développement embryologique** : Une canalisation incomplète de l'urètre au cours de l'**embryogenèse** a été évoquée. Cette anomalie concernerait la fusion entre la portion de l'urètre dérivée du **sinus urogénital** et celle issue des **plis urogénitaux**, entraînant une SU cliniquement silencieuse jusqu'à l'âge adulte [56].

Bien que ces hypothèses soient plausibles, aucune cause unique n'a été formellement identifiée, et les sténoses urétrales idiopathiques restent une entité largement méconnue nécessitant davantage d'investigations.

1.5 Terminologie, Cadre Nosologique

Dans l'**urètre antérieur** ou **spongieux**, une **sténose urétrale** est définie comme un **rétrécissement pathologique** secondaire à un **processus fibro-cicatriciel** touchant la **muqueuse urétrale**

ainsi que le **tissu spongieux sous-jacent**. Cette atteinte spécifique du **corps spongieux** est désignée sous le terme de **spongiofibrose** [43].

On distingue plusieurs types de sténoses urétrales :

- **Sténoses méatiques** : situées au niveau du méat urétral, elles peuvent s'étendre à la fossette naviculaire au sein du gland, impliquant ainsi à la fois le méat et l'urètre glandulaire.
- **Sténoses péniennes** : localisées entre la fossette naviculaire et l'urètre bulbaire, elles débutent approximativement au sillon balano-préputial et peuvent s'étendre jusqu'à la jonction pénoscrotale. Ce segment urétral est situé dans la gouttière ventrale des corps caverneux et est entouré par une fine couche de tissu spongieux.
- **Sténoses bulbo-urétrales** : elles débutent à la jonction pénoscrotale et se terminent proximalement au niveau de l'urètre membraneux. Ces sténoses peuvent être subdivisées en deux catégories :
  - **Sténose urétrale bulbaire proximale** : caractérisée par une position excentrée de l'urètre et une abondance de tissu spongieux en ventral.
  - **Sténose urétrale bulbaire distale**.
- Les **sténoses s'étendant vers l'urètre membraneux** sont désignées sous le terme de **sténoses bulbo-membraneuses**.
- **Sténose pan-urétrale** : concerne l'ensemble de l'urètre antérieur et peut parfois s'étendre jusqu'à l'urètre membraneux.
- **Sténoses multifocales** : caractérisées par la présence d'au moins deux segments rétrécis distincts, situés dans une ou plusieurs portions de l'urètre, mais séparés par des segments sains. Elles sont fréquemment d'origine iatrogène, notamment après une résection transurétrale de la prostate (RTUP). Dans ce contexte, elles siègent généralement à la fosse naviculaire et à la jonction pénoscrotale, tout en préservant une portion intermédiaire intacte.

À l'inverse, l'**urètre postérieur masculin**, dépourvu de **tissu spongieux**, présente des **rétrécissements** résultant principalement d'un **processus de fibrose et de cicatrisation** limité à la **muqueuse urétrale** [4].

1.6 Diagnostic Positif des sténoses urétrales

Dans toutes les disciplines chirurgicales, le succès d'une intervention repose sur une sélection rigoureuse des patients. Ainsi, un diagnostic précis constitue la première étape déterminante dans cette démarche.

1.6.1 Circonstances de découverte

La présentation clinique initiale des rétrécissements urétraux est **très hétérogène**, bien que les plaintes des patients orientent généralement vers un phénomène obstructif du bas appareil urinaire et ses complications.

1.6.1.1 Symptômes du bas appareil urinaire (SBAU)

Le symptôme prédominant est la **diminution du débit urinaire**, qui peut survenir isolément ou être associé à d'autres symptômes du bas appareil urinaire (SBAU) dans 54,3 % des cas. Cette obstruction peut varier d'une simple gêne mictionnelle à une **Rétention aigue d'urine (RAU))**, observée dans 22,3 % des cas [57]. Certains patients peuvent ne pas percevoir immédiatement leur dysurie, celle-ci s'installant progressivement. Dans ces cas, le débit urinaire peut rester initialement normal grâce à une **hypertrophie compensatrice du détrusor**. Une altération de la forme du

jet urinaire, comme un jet en « arrosoir », est également évocatrice, notamment en cas de sténose rétroméatique. Il est fréquent d'observer une **RAU** secondaire à l'obstruction urétrale.

1.6.1.2 Manifestations infectieuses

En complément des SBAU, les Circonstances de découverte (CCD) incluent également des manifestations infectieuses fréquentes.

1.6.1.3 Stades de complications

Dans certains cas, l'évolution des sténoses urétrales peut entraîner des complications plus sévères. Parmi celles-ci, on retrouve :

- **Abcès péri-urétraux**, secondaires à une infection chronique non traitée ;
- **Fistules urétro-cutanées**, témoignant d'une suppuration prolongée ;
- **Gangrène périnéale** (Fournier), complication redoutable engageant le Pc vital ;
- **Insuffisance rénale**, en cas d'obstruction prolongée avec retentissement sur les voies urinaires hautes.

Il est alarmant de constater que 7 % des sténoses urétrales sont diagnostiquées dans un contexte de complication engageant le pronostic vital [58].

1.6.1.4 Autres symptômes

La **douleur génito-urinaire** est un symptôme fréquemment rapporté, touchant entre 22,9 et 71 % des patients. Elle peut siéger au niveau vésical et/ou urétral, être associée à des SBAU plus sévères et toucher préférentiellement les hommes jeunes. Dans la majorité des cas, elle disparaît après la reconstruction chirurgicale [59].

D'autres manifestations, bien que plus rares, doivent être considérées, telles que :

- **Écoulements urétraux** ;
- **Diverticules urétraux** ;
- **Présence d'un cancer de l'urètre**, qui peut, dans près de 60 % des cas, se manifester par une sténose urétrale au cours de son évolution [60].

1.6.2 Anamnèse et histoire du patient

L'évaluation clinique des sténoses urétrales repose sur une anamnèse détaillée permettant d'identifier les symptômes urinaires prédominants, mais aussi d'autres manifestations impactant la qualité de vie des patients, comme les troubles sexuels et éjaculatoires. Cette approche est essentielle pour adapter la prise en charge aux attentes du patient et du chirurgien.

1.6.2.1 Évaluation des symptômes urinaires

Les plaintes les plus fréquemment rapportées sont les SBAU, qui motivent généralement la consultation. Toutefois, il est crucial d'explorer d'autres symptômes associés afin d'affiner le diagnostic et d'orienter le choix thérapeutique.

L'interrogatoire vise à préciser les caractéristiques sémiologiques des symptômes rapportés par le patient :

- **Début** : progressif ou brutal ;
- **Type** : obstructif, irritatif ou mixte ;
- **Intensité** et **durée** des symptômes ;

— **Évolution dans le temps**.

Parmi les outils disponibles pour objectiver ces troubles, l'International Prostate Symptom Score (IPSS) est couramment utilisé. Bien qu'il permette d'identifier des anomalies dans 93 % des cas de sténose urétrale, il présente certaines limites. En effet, il ne détecte pas 7 à 21 % des cas et ne prend pas en compte des symptômes spécifiques tels que le jet fractionné ou les gouttes retardataires [58]. De plus, sa complexité linguistique entraîne un taux d'incompréhension de 13 % chez les patients [61].

L'Urethral Stricture Surgery-Patient Reported Outcome Measure (USS-PROM), un questionnaire spécifiquement conçu pour l'évaluation des patients opérés de sténoses urétrales, a été développé en 2011. Il vise à standardiser l'évaluation des résultats fonctionnels et la satisfaction des patients après une chirurgie reconstructrice de l'urètre [59].

Ce questionnaire comprend plusieurs volets :

— **Évaluation des symptômes urinaires** : 6 questions issues du questionnaire international validé **ICIQ-MLUTS**, permettant d'objectiver les troubles mictionnels post-opératoires ;
— **Impact sur la qualité de vie** : 1 question dédiée à l'évaluation de la gêne ressentie par le patient en lien avec ses symptômes urinaires ;
— **Calendrier mictionnel (Peeling voiding chart)** : outil permettant au patient d'enregistrer les horaires des mictions, les volumes urinés ainsi que d'éventuelles difficultés associées ;
— **Évaluation de l'état de santé global** : utilisation du questionnaire **EQ-5D**, couramment employé pour mesurer la qualité de vie en lien avec la santé.

Après l'intervention chirurgicale, deux questions supplémentaires sont incluses afin d'évaluer la satisfaction du patient vis-à-vis des résultats obtenus.

Bien que l'USS-PROM soit validé dans plusieurs langues (allemand, espagnol, italien,...) il n'a pas encore été traduit ni validé en français ou en arabe, limitant ainsi son utilisation en recherche clinique et en pratique quotidienne dans ces régions linguistiques. L'incontinence associée aux sténoses urétrales peut se manifester sous trois formes principales :

— **Gouttes retardataires** (73 % des cas), secondaires à une stagnation urinaire en amont de la sténose [62] ;
— **Fuite urinaire par urgenturie**, souvent secondaire à une obstruction ou à une pathologie concomitante (ex. : lithiase vésicale) ;
— **Fuites à l'effort**, généralement observées en cas d'atteinte sphinctérienne, typique des lésions de l'urètre postérieur [58].

Le diagnostic d'incontinence en contexte de sténose reste complexe et nécessite une évaluation approfondie.

1.6.2.2 Évaluation de la fonction sexuelle

Bien que moins souvent spontanément rapportés par les patients, les troubles sexuels doivent être systématiquement recherchés avant et après traitement. Les sténoses urétrales sont fréquemment associées à des dysfonctions sexuelles, et la chirurgie elle-même peut influencer cette fonction [59].

L'évaluation doit inclure :

— **La fonction érectile**, évaluée à l'aide de questionnaires validés tels que l'International Index of Erectile Function (IIEF) ;
— **Les troubles éjaculatoires**, souvent négligés, mais pouvant altérer significativement la qualité de vie ;
— **Les anomalies morphologiques de la verge**, comme une courbure associée aux sténoses péniennes, avec ou sans hypospade [58].

Le mécanisme causal de la sténose peut également être un facteur de dysfonction érectile (DE),

notamment dans les cas de traumatisme du bassin ou de chirurgie périnéale. Spontanément, 12 % des patients signalent une DE, mais ce taux atteint 44 % lorsqu'un questionnaire standardisé est utilisé [60].

• **La Dysfonction érectile (DE)** : Une méta-analyse des études publiées entre 1997 et 2012 a estimé l'incidence globale de la DE de novo après reconstruction de l'urétre antérieure à 1 %, avec une récupération spontanée dans 86 % des cas en moins de 6 mois. Elle survient plus fréquemment après une résection-anastomose qu'après une urétroplastie avec greffe de muqueuse buccale ou sans transsection urétrale [63, 64].

La **DE** postopératoire semble plus fréquente après une urétroplastie bulbaire (76 %) qu'après une reconstruction pénienne (38 %) [60].

Dans les lésions urétrales post-traumatiques du petit bassin (LUPP), différencier l'origine de la DE – traumatisme initial ou chirurgie – demeure un défi diagnostique. En effet, le traumatisme pelvien lui-même peut induire des lésions vasculaires, nerveuses ou de la tunique albuginée, favorisant ainsi une fibrose ou des fuites veineuses. Une simple fracture pelvienne s'accompagne déjà d'un taux de DE d'environ 20 %, ce risque étant majoré par l'âge, la sévérité du traumatisme et l'atteinte urétrale [60]. Une méta-analyse rapporte que 34 % des patients présentent une DE préopératoire, tandis que seulement 3 % développent une DE de novo après urétroplastie. Fait intéressant, certaines études soulignent une amélioration postopératoire de la fonction érectile chez 16 à 66 % des patients, suggérant que la DE est principalement liée au traumatisme initial plutôt qu'à la réparation chirurgicale [63].

• **Les troubles éjaculatoires** sont rapportés dans 85 % des cas de sténose urétrale, avec plusieurs facteurs aggravants, notamment la localisation bulbaire, les traumatismes pelviens, l'âge avancé [58] et l'atteinte du muscle bulbo-spongieux [60].

Après une urétroplastie, l'éjaculation s'améliore dans 12 à 65 % des cas, reste inchangée dans 0 à 23 % et s'aggrave dans 0 à 19 % [60]. Aucune corrélation significative n'a été établie entre la longueur ou la localisation de la sténose, la section musculaire et la survenue d'une dysfonction éjaculatoire (DEj) postopératoire. En revanche, un risque accru de DEj a été observé chez les patients plus âgés et après des greffes ventrales, probablement en raison d'une stagnation du sperme dans un pseudo-diverticule urétral [65].

L'évaluation des troubles éjaculatoires peut être réalisée à l'aide du **MHSQ-éjac,** un questionnaire en 7 items [58].

Les données sur la DEj dans les sténoses urétrales postérieures restent limitées et majoritairement rétrospectives. De manière générale, l'amélioration observée après urétroplastie de l'urètre antérieur ou postérieur est attribuée à une diminution de la résistance urétrale après reconstruction. Toutefois, si les urétroplasties tendent souvent à améliorer la qualité éjaculatoire, elles peuvent parfois l'altérer.

• **Conséquences morphologiques postopératoires de la verge :** Bien que peu fréquentes après la prise en charge des sténoses urétrales, la **courbure pénienne** et la **réduction de longueur de la verge** peuvent influencer significativement la satisfaction des patients, justifiant ainsi une évaluation systématique lors du suivi clinique.

Les complications morphologiques, telles qu'une **déviation angulaire excédant 10°** (7 à 14 % des cas) ou un **raccourcissement postopératoire**, impactent notablement le taux de satisfaction après urétroplastie [58]. Une évaluation préopératoire précise de la longueur pénienne s'avère essentielle, notamment pour les techniques impliquant une **résection-anastomose**, connues pour leur risque accru de raccourcissement.

Les **sténoses urétrales péniennes** exposent à un risque morphologique plus élevé en raison des modifications potentielles de la structure tissulaire et des dimensions de la verge.

En outre, certains cas complexes, en particulier les **sténoses péniennes étendues**, peuvent entraîner des altérations esthétiques telles que **déformations**, **cicatrices pigmentées** ou **atrophie localisée**, susceptibles de générer une insatisfaction. Cet aspect, souvent sous-estimé, mérite

une prise en compte attentive dans l'information préthérapeutique et le processus de consentement éclairé.

1.6.3 Examen physique

L'examen clinique est une étape clé dans la prise en charge des sténoses urétrales. Il repose sur une approche systématique et ciblée permettant d'orienter le diagnostic et de guider les choix thérapeutiques [**Madec2021 Saavedra2019** , 58, 59].

1.6.3.1 Inspection générale et abdominale

L'examen débute par une appréciation globale de l'état du patient, la recherche de comorbidités visibles (obésité, déformations ostéo-articulaires), ainsi que les potentielles contraintes de positionnement au bloc opératoire.

- **Cavité buccale** : évaluation de la muqueuse en vue d'une éventuelle greffe, avec recherche de lésions contre-indiquant un prélèvement ;
- **Examen neurologique** : dépistage d'une hyperréflexie ou d'une spasticité des membres inférieurs, pouvant contre-indiquer une reconstruction urétrale et orienter vers une dérivation urinaire. Une évaluation neurologique approfondie est nécessaire en cas de suspicion de vessie neurologique ;
- **Mesures anthropométriques** : calcul de l'**IMC**, permettant d'anticiper les risques de syndrome des loges en cas de position lithotomique prolongée.

La palpation abdominale permet de rechercher un **globe vésical**, évocateur d'une rétention chronique négligée, et de vérifier la présence éventuelle d'une **cystostomie sus-pubienne**, élément souvent central dans les cas complexes pour les explorations antégrades ou les repérages peropératoires.

1.6.3.2 Inspection des organes génitaux externes et du périnée

Une inspection soigneuse du pénis, du scrotum et du périnée est indispensable. Elle permet de rechercher :

- **Anomalies cutanées** : présence d'un prépuce résiduel, de lésions évoquant un LSA (plaque blanche atrophique, sclérose), de cicatrices post-chirurgicales, ou de **fistules urétro-cutanées**
- **Modification du méat urinaire** : hypospadias, sténose méatique, ou inflammation locale ;
- **Signes infectieux** : écoulement purulent, inflammation locale, ou **abcès périnéal**
- Une **palpation bidigitale de l'urètre** permet de détecter des **indurations** (spongiofibrose), des **masses** (diverticules, lithiases, carcinome) ou une **courbure résiduelle**. En cas de suspicion de déformation érectile, des **clichés photographiques en érection** (spontanée ou pharmaco-induite) sont recommandés, notamment chez les patients multi-opérés ou présentant un LSA étendu.

1.6.3.3 Évaluation prostatique et périnéale

Le **toucher rectal (TR)** permet d'explorer :

- La **taille et la consistance de la prostate** (hypertrophie bénigne, prostatite chronique) ;
- La **souplesse des tissus périnéaux**, notamment après un traumatisme pelvien ou une intervention chirurgicale ;
- La présence d'**adhérences recto-prostatiques**, particulièrement en cas de sténoses postérieures complexes.

1.6.3.4 Tests instrumentaux et limites

Une **calibration urétrale** à l'aide d'une bougie lubrifiée (Charrière 16) peut révéler une sténose méatique ou rétro-méatique. Cependant, cette exploration reste insuffisante pour cartographier l'ensemble du trajet urétral et nécessite d'être complétée par une **urétrocystoscopie** ou une **imagerie morphologique**. Les sténoses serrées limitent souvent le passage du fibroscope, restreignant ainsi l'exploration de l'urètre proximal.

1.6.4 Examens paracliniques

1.6.4.1 ECBU

L'ECBU est un examen incontournable dans la prise en charge des rétrécissements urétraux. Il permet d'écarter une infection urinaire associée, d'optimiser la préparation préopératoire et de différencier une infection des symptômes liés à la sténose. Une infection urinaire peut constituer un mode de révélation, une complication ou encore un diagnostic différentiel d'un rétrécissement urétral. En cas de suspicion clinique, une culture urinaire est indispensable pour confirmer le diagnostic, identifier l'agent pathogène et déterminer sa sensibilité aux antibiotiques. Une bactériurie active doit être traitée systématiquement avant toute intervention chirurgicale, afin de réduire le risque de sepsis péri-opératoire et d'assurer une prise en charge optimale. Il est donc primordial de la rechercher systématiquement et de la traiter sans délai, afin d'améliorer les symptômes et de prévenir toute complication, en particulier dans le cadre d'une indication chirurgicale.

1.6.4.2 Débitmétrie urinaire et estimation du RPM

Après l'examen clinique et l'analyse des auto-questionnaires, l'évaluation diagnostique d'une suspicion de sténose urétrale inclut fréquemment une **débitmétrie urinaire** (Figure. 1.11), associée à une mesure échographique du RPM. Un **débit maximal** (**Qmax**) inférieur à 10 mL/s est considéré comme pathologique, tandis qu'un débit supérieur à 15 mL/s permet d'écarter une sténose significative, avec une **spécificité de 68 % et une sensibilité de 93 %** [64]. En cas de sténose urétrale, la débitmétrie présente des anomalies caractéristiques :

- **Qmax réduit** ;
- **Courbe en plateau**, typique d'une obstruction urétrale ;
- **Durée mictionnelle prolongée** ;
- **Courbe aplatie avec fluctuations lentes**, souvent associée à des efforts de poussée abdominale.

Ces éléments sont évocateurs d'une sténose urétrale, bien qu'aucun seuil thérapeutique précis ne soit défini. En outre, la débitmétrie permet d'évaluer **l'efficacité du traitement**, notamment après une urétroplastie. L'examen est complété par une **mesure échographique RPM**, qui quantifie le volume urinaire résiduel après miction.

- Un **RPM élevé** (> 150 mL) suggère une **vidange vésicale incomplète**, généralement en rapport avec une obstruction sévère ou une hypotonie vésicale. Il est considéré comme un critère de gravité [58].

• Utilisation de la débitmétrie en post-urétroplastie

Dans le contexte du suivi post-urétroplastie, la débitmétrie a été utilisée dans **56 % des études publiées** [66]. La question centrale est de savoir si cet examen peut se substituer aux tests invasifs pour détecter les récidives de sténose après une chirurgie reconstructrice. La débitmétrie est couramment comparée aux méthodes de référence comme la **cystoscopie** ou l'**UCRM** afin d'évaluer sa fiabilité. Un **Qmax < 10 mL/sec** est souvent retenu comme seuil pour suspecter une récidive. Tou-

tefois, certaines études rapportent que jusqu'à **30 % des récidives** surviennent chez des patients présentant un **Qmax > 15 mL/sec**, indiquant ainsi que la débitmétrie seule pourrait manquer certains cas [60]. Ainsi, bien que la débitmétrie constitue un outil utile dans le **suivi post-opératoire**, elle ne peut **remplacer** les examens invasifs comme la cystoscopie ou l'urétrographie pour confirmer une récidive. Son interprétation doit être **complétée par une analyse experte de la courbe** et, si nécessaire, par des examens complémentaires, afin d'éviter un sous-diagnostic ou un surdiagnostic [67].

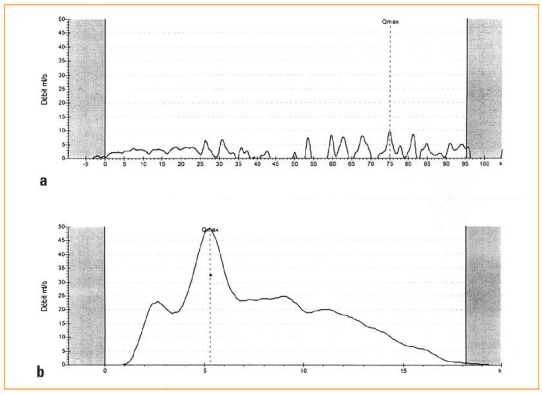


FIGURE 1.11 – Exemple de Débitmétrie urinaire [68].

1.6.4.3 UCRM

L'UCRM est utilisée depuis plus d'un siècle pour le diagnostic et la stadification des sténoses urétrales [69]. Cet examen permet d'imager la lumière urétrale du méat au sphincter. Sa performance diagnostique est évaluée comme suit :

- **Sensibilité** : 91 %
- **Spécificité** : 72 %
- **Valeur prédictive positive (VPP)** : 89 %
- **Valeur prédictive négative (VPN)** : 76 % [59].

• **L'UCRM est un examen radiologique dynamique combinant deux phases :**

- **Phase rétrograde**
  - **Positionnement** : Patient en décubitus latéral ou oblique (20 à 45°), avec la jambe inférieure fléchie et la jambe supérieure étendue.
  - **Cathétérisme** : Introduction d'une sonde urétrale souple (ou d'une seringue conique) dans le méat urétral. En cas de sténose méatique, un cathéter de petit calibre (type intranule grise 16 Gauge) est recommandé.
  - **Injection de produit de contraste iodé** : Réalisée lentement sous contrôle scopique pour visualiser l'urètre antérieur et postérieur. Il est essentiel d'informer le radiologue afin d'éviter un franchissement forcé de la sténose (risque de dilatation inappropriée).
- **Phase mictionnelle**
  - Analyse de la perméabilité urétrale en phase dynamique.
  - Visualisation de l'urètre postérieur et de la jonction vésico-urétrale.
  - En cas d'absence de miction spontanée, une **cystoscopie complémentaire** peut être requise, notamment en cas de sténoses postérieures secondaires à une fracture du bassin ou une prostatectomie radicale [60].

• **Avantages de l'UCRM**

- **Visualisation anatomique précise**
  - Localisation précise de la sténose et mesure de sa longueur.
  - Détection des lésions associées : faux trajets, diverticules, fistules ou calculs.
- **Examen dynamique**
  - Évaluation en temps réel de la perméabilité urétrale.
  - Intérêt particulier pour les sténoses partiellement obstructives.
- **Accessibilité et rapidité**
  - Examen réalisable en ambulatoire avec un coût modéré.
- **Outil de planification chirurgicale**
  - Aide au choix de la technique chirurgicale et à l'évaluation de la complexité de la reconstruction urétrale.

• **Limites et inconvénients**

- **Invasivité et inconfort**
  - Douleur urétrale possible, surtout en cas de sténose serrée.
- **Exposition aux rayonnements ionisants**
- **Limites diagnostiques**
  - L'incidence des rayons peut sous-estimer la longueur de la sténose (Fig. 1.12).
  - Possibilité de sous-estimation des sténoses incomplètes.
  - Imprécision pour les lésions multiples ou associées à des faux trajets.
  - Une traction excessive du pénis peut modifier l'évaluation de la longueur et de la localisation exacte de la sténose [70].
  - La longueur de l'urètre bulbaire est souvent sous-estimée, et l'UCRM ne renseigne pas sur l'extension de la fibrose péri-urétrale (spongiofibrose) [70].
  - Certains patients peuvent relâcher leur sphincter, permettant l'opacification de l'urètre prostatique. Cependant, le diagnostic de sténose bulbo-membraneuse peut être rendu difficile par l'empreinte sphinctérienne [58].
- **Dépendance à l'opérateur**
  - La qualité des clichés dépend de l'expérience du radiologue.
- **Contre-indications**
  - Allergie au produit de contraste iodé.
  - Infection urinaire active (risque de dissémination bactérienne).

• **Apports fonctionnels de la phase mictionnelle**

- Détection d'un **reflux vésico-urétéral**.
- Évaluation du **risque d'incontinence après réparation urétrale** en cas d'incompétence du col vésical au repos.
- Identification d'un **col vésical ou d'un sphincter externe mal ouvert**, suggérant un dysfonctionnement vésico-sphinctérien.

1.6.4.4 Urétro-cystoscopie

Après vérification de la stérilité des urines, l'**urétro-cystoscopie** permet une **visualisation directe et immédiate** de la sténose urétrale [69]. Cet examen permet :

- **Confirmer la présence d'un rétrécissement de la lumière urétrale**.
- **Éliminer une sténose urétrale** en cas de doute diagnostique.
- **Évaluer l'état de la muqueuse urétrale**, en recherchant des signes d'inflammation, de lichen scléreux, de lésions suspectes ...etc.

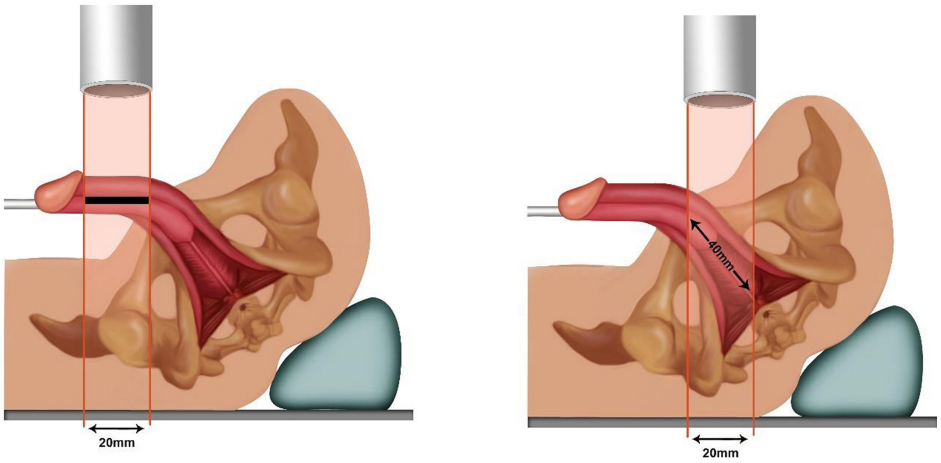


FIGURE 1.12 – Impact de l'incidence des rayons sur l'évaluation de la longueur de la sténose [58].

Elle permet d'identifier un rétrécissement avant même l'apparition de modifications du débit urinaire ou de symptômes cliniques [59].

• **Exploration endoscopique rétrograde**

— Permet d'explorer l'**extrémité distale** de la sténose et l'état de l'urètre en amont (présence de lichen scléreux, inflammation, tumeur, calculs, etc.).

— Ne permet généralement pas de mesurer avec précision la longueur de la sténose, car les cystoscopes ont un calibre supérieur aux rétrécissements symptomatiques.

— Ne permet pas d'explorer la partie proximale de la sténose ni l'urètre en aval.

— Certains auteurs proposent l'utilisation de **fibroscopes de très petit calibre (4,4 à 6,5 Fr)** pour améliorer l'exploration en amont de la sténose [59].

• **Exploration endoscopique antégrade**

— Réalisée en passant un **fibroscope souple** par l'orifice du cystocathéter.

— Possible sans préparation si le cystocathéter est de **16 Fr ou plus**.

— Si le cathéter est de plus petit calibre, une dilatation du trajet sur guide sous anesthésie locale est nécessaire.

— Une association avec l'**urétrographie** permet une meilleure évaluation de la longueur et de la localisation de la sténose [58].

• **Exploration des sténoses bulbo-membraneuses**

— L'urétrocystoscopie est particulièrement utile pour ces sténoses, souvent difficiles à visualiser en UCRM.

• **Urétrocystoscopie et sténoses post-traumatiques**

L'association d'une **urétroscopie rétrograde** et d'une **cystoscopie antérograde** par un accès sus-pubien est une modalité diagnostique intéressante pour l'évaluation des **lésions urétrales post-traumatiques**. Elle permet d'évaluer plusieurs aspects essentiels :

— **Étendue de la perte de substance urétrale**

  — Fondamentale pour déterminer la faisabilité d'une urétroplastie anastomotique ou la nécessité d'une plastie plus complexe.

— **Intégrité du col vésical**

  — Une atteinte cicatricielle ou une fibrose post-traumatique au niveau du col peut compromettre la continence urinaire.

- **Présence de fragments osseux**
  - Après une fracture du bassin, des fragments osseux peuvent migrer et entraver la reconstruction urétrale [71].
- **Autres complications post-traumatiques**
  - Fistules urétro-vésicales.
  - Faux trajets secondaires à des sondages traumatiques.
  - Calculs secondaires à une stase urinaire chronique.

• **Urétrocystoscopie en post-opératoire**

En 1968, Smith a montré qu'un **diamètre urétral inférieur à 11 Fr** (environ 3,7 mm) entraînait une diminution du débit urinaire et l'apparition de symptômes [60].

- Avant d'atteindre ce seuil, la vessie compense en augmentant la pression mictionnelle, retardant ainsi l'apparition des symptômes.
- Cette compensation explique pourquoi certains patients ne ressentent pas immédiatement de gêne, retardant le diagnostic.
- Une récidive post-urétroplastie peut ainsi évoluer silencieusement sans symptômes évidents.

Plusieurs études prospectives ont montré que le critère anatomique le plus fiable après une reconstruction urétrale était la capacité à **introduire aisément un cystoscope de 16F-17F** à travers la zone reconstruite. Ce critère surpasserait la **débitmétrie**, les auto-questionnaires PROMs et même l'UCRM [60]. Cependant, cette pratique n'est pas systématique. Une enquête menée en 2013 auprès des membres de la Society of Genitourinary Reconstructive Surgeons [72] a révélé des différences de critères pour définir l'échec chirurgical :

- **60 %** des chirurgiens définissent l'échec par la nécessité d'une réintervention.
- **14,4 %** se basent sur les résultats de l'UCRM.
- **12,2 %** utilisent l'**urétrocystoscopie** comme critère principal et réalisent une cystoscopie systématique après urétroplastie.

• **Inconvénients de la fibroscopie** : La **fibroscopie** présente néanmoins plusieurs inconvénients. Son **caractère invasif** peut générer un certain inconfort pour le patient. Elle se distingue également par un **coût plus élevé** que d'autres examens diagnostiques plus simples, tels que la débitmétrie ou l'UCRM. Enfin, sa **sensibilité parfois excessive** constitue une limite importante : en effet, jusqu'à 35 % des patients présentant une récidive cystoscopique après urétroplastie restent asymptomatiques, ce qui interroge sur le risque d'hypersensibilité de ce test [60].

1.6.4.5 Sono-Urétrographie (SUG)

La **sonourétrographie**, ou échographie urétral, est une technique d'imagerie simple, peu invasive et reproductible. Elle permet une **évaluation tridimensionnelle** des sténoses de l'urètre spongieux en précisant leur localisation, leur longueur et le degré de **spongiofibrose** associé. Décrite pour la première fois en 1988 par **McAninch et Merkle** [69], cette méthode s'est révélée prometteuse pour le diagnostic et le suivi des sténoses urétrales.

• **Matériel et déroulement de l'examen**

- **Matériel nécessaire** : Une sonde linéaire d'échographie de **7,5 MHz** est utilisée, appliquée au niveau du périnée (Figure. 1.13). [73].
- **Position du patient** : Le patient est installé en Décubitus dorsal (DD) avec les jambes en grenouille ou en position de la taille [58].
- **Technique d'examen** : L'urètre apparaît comme une **bande hypoéchogène de 8 à 10 mm de diamètre**. La distension est maintenue par :
  - soit une **pince à verge** appliquée au niveau du gland après injection de gel,

— soit une **perfusion continue de sérum physiologique** par un cathéter de 6 à 12 Fr. Une attention particulière est nécessaire pour éviter l'injection de **bulles d'air**, qui altéreraient la qualité des images [60].

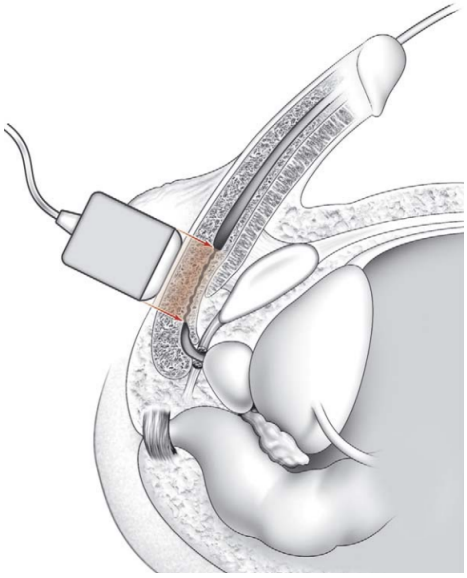


FIGURE 1.13 – Schéma représentant l'application d'une sonde d'échographie sur le périnée pour l'exploration d'une sténose urétrale [73].

• **Avantages de la sonourétrographie**

— **Précision diagnostique supérieure** : Plusieurs études ont comparé la sonourétrographie (SUG) à l'UCRM, à l'endoscopie et aux constats peropératoires. Il a été démontré qu'elle présente une **précision supérieure pour détecter la présence d'une sténose urétrale** [59].

— **Examen non irradiant et accessible** : Réalisée en ambulatoire, sans produit de contraste, la sonourétrographie est exempte de tout risque d'allergie et n'expose pas aux rayonnements.

— **Planification préopératoire optimisée** : Cette technique fournit des informations essentielles pour la planification de l'intervention, notamment la mesure précise de la **longueur de la sténose urétrale**. Cette donnée est particulièrement utile pour évaluer la faisabilité d'une urétroplastie par anastomose termino-terminale, où la longueur maximale admissible est un facteur déterminant (Figure. 1.14) [73].

— **Évaluation de la spongiofibrose** : La sonourétrographie permet d'analyser la fibrose du tissu spongieux, visible comme une **zone hyperéchogène, irrégulière et épaissie** autour de l'urètre. Cette évaluation est cruciale, car la sévérité de la spongiofibrose influence le choix de la technique chirurgicale et le pronostic postopératoire. Une étude de Merkel et al. a ainsi montré que la **présence d'une spongiofibrose importante** après urétrotomie interne était associée à un taux de récidive élevé dans les mois qui suivent [74].

— **Détection d'anomalies périurétrales** : Cette imagerie permet d'identifier des anomalies associées telles que des poils intraluminaux après un lambeau scrotal, des abcès périurétraux, des diverticules, des fistules ou des fausses routes [69].

— **Coût modéré** : Comparée à d'autres modalités d'imagerie comme l'IRM, la sonourétrographie représente une option diagnostique économique [59].

• **Limites de la sonourétrographie**

— **Utilisation limitée dans la pratique courante** : Bien que performante, cette technique reste sous-utilisée : seuls **8 % des urologues** l'emploient régulièrement pour le suivi des

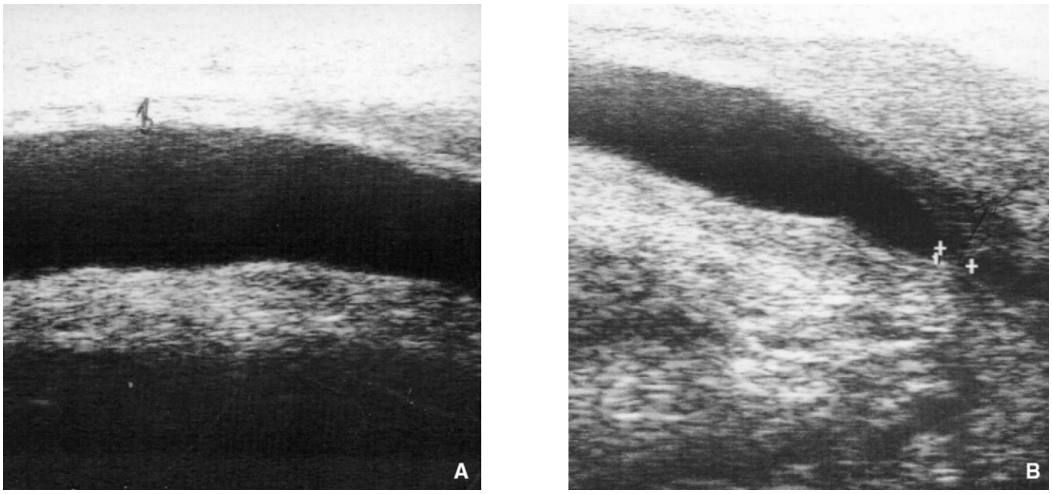


Figure 1.14 – **A**. Sono-urétrographie montrant un urètre normal sous forme d'une bande hypoéchogène de 8 à 10 mm de diamètre. **B**. Aspect d'une sténose courte de l'urètre bulbaire, dont la limite proximale est mise en évidence par une pression vésicale sus-pubienne. [73].

sténoses urétrales [69].

- **Difficulté d'exploration de certaines zones** : La sonourétrographie présente une sensibilité moindre au niveau :
  - de l'**urètre pénien distal**,
  - de l'**urètre bulbaire proximal**,
  - de l'**urètre postérieur**.

  Cette limite est liée à la configuration anatomique de ces segments.
- **Dépendance à l'opérateur** : La qualité des images dépend directement de l'expérience et de la précision du praticien.
- **Inconfort potentiel** : L'examen nécessite une distension urétrale obtenue par injection de sérum physiologique, généralement réalisée sous **anesthésie locale intra-urétrale**, ce qui peut être inconfortable pour certains patients.

1.6.4.6 IRM

• Présentation générale

L'**IRM urétrale**, également appelée **urétro-IRM** (Figure. 1.15), est une technique d'imagerie avancée, décrite pour la première fois en 1992 [69]. Elle est principalement utilisée pour l'exploration des **SU**, notamment dans un contexte post-traumatique, mais son intérêt s'est progressivement étendu aux sténoses de l'urètre antérieur.

• Matériel et déroulement de l'examen

- **Installation du patient** : Le patient est placé en DD (décubitus dorsal), la verge est positionnée hors du champ d'examen et stabilisée.
- **Préparation de l'urètre** : L'urètre est distendu par injection de gel anesthésiant ou de sérum physiologique, ce qui améliore la détection des sténoses et l'évaluation des tissus adjacents [58].
- **Séquences utilisées** : L'examen repose sur des acquisitions axiales, sagittales et coronales, avec des coupes de 3 à 5 mm [70].
- **Durée et confort du patient** : La durée de réalisation de l'IRM urétrale varie selon les proto-

coles d'imagerie et les objectifs diagnostiques. Elle est généralement bien tolérée, bien qu'une gêne transitoire puisse apparaître lors de la distension urétrale.

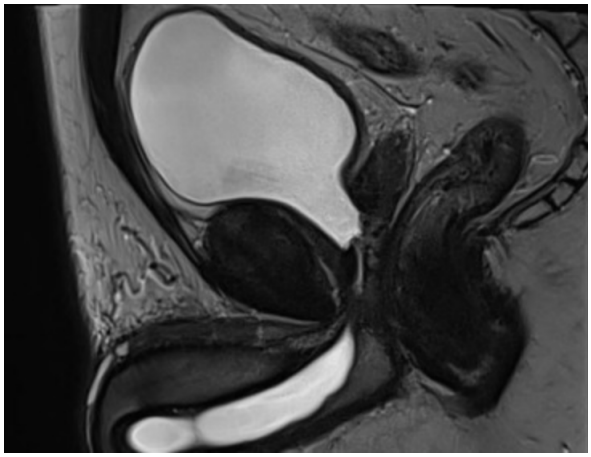


FIGURE 1.15 – Sténose prostato-membraneuse observée en IRM [58].

• **Avantages diagnostiques**

— **Haute précision diagnostique** : L'IRM présente une **sensibilité de 100 %** et une **spécificité de 92 %** pour l'évaluation des sténoses urétrales [58]. Une étude comparative a montré une corrélation plus étroite entre la longueur de la sténose estimée par l'IRM et celle mesurée en peropératoire, comparativement à l'UCRM [75].

— **Visualisation de la spongiofibrose** : Cette technique permet d'évaluer avec précision la **densité, l'étendue et la sévérité de la spongiofibrose**. Cette information est essentielle pour la planification chirurgicale et l'anticipation des risques de récidive [60].

— **Détection de pathologies associées** : L'IRM urétrale permet d'identifier des anomalies associées :

  — **Diverticules urétraux** : bien visibles en séquence T2.

  — **Tumeurs urétrales** : l'injection de gadolinium permet de caractériser leur extension et leur infiltration potentielle dans les corps caverneux.

  — **Fistules urétro-pubiennes** : fréquemment observées après irradiation pour cancer de la prostate. L'IRM permet de visualiser avec précision les trajets fistuleux, évitant ainsi une confusion diagnostique avec une ostéite pubienne [59].

  — **Calculs urinaires** : identifiés en séquence T1, souvent secondaires à une stase prolongée.

— **Évaluation des sténoses post-traumatiques** : Cette technique est particulièrement utile dans les **sténoses secondaires à des fractures du bassin**. Elle permet d'étudier avec précision :

  — les lésions de l'urètre membraneux (séquences axiales),

  — la jonction bulbo-membraneuse (séquences sagittales et coronales),

  — la fibrose péri-urétrale, dont l'étendue conditionne la stratégie chirurgicale [70].

  Dans ce contexte spécifique, l'IRM aide également à anticiper la nécessité d'une résection osseuse.

— **Performance équivalente à l'UCRM dans certaines indications** : Pour les sténoses de l'urètre antérieur, les performances de l'IRM sont similaires à celles de l'UCRM, bien que son usage soit moins répandu [58].

• **Limitations de la technique**

- **Coût et accessibilité** : L'IRM reste plus onéreuse et moins accessible que l'UCRM, ce qui limite son usage en pratique courante.
- **Complexité d'interprétation** : La lecture des images requiert une expertise spécifique, et la qualité des résultats dépend fortement de l'expérience du radiologue.
- **Tolérance variable** : Bien que généralement bien supportée, la distension urétrale peut provoquer une gêne transitoire, notamment chez les patients présentant des antécédents d'infections récidivantes.

1.6.4.7 Urétrocystoscanner ou « Computerized Tomography »-scanner

L'**urétrocystoscanner** est un examen d'imagerie utilisé principalement dans l'évaluation des **sténoses de l'urètre postérieur**, en particulier dans les cas complexes et post-traumatiques. Son utilisation dans ce contexte a été décrite pour la première fois en **2003** comme une nouvelle technique d'évaluation des sténoses urétrales post-traumatiques [76].

• **Avantages de l'urétrocystoscanner**

- **Précision accrue pour les sténoses complexes postérieures** : L'examen offre une **visualisation détaillée** des structures anatomiques complexes, facilitant le repérage des lésions associées. Il permet notamment d'identifier :
  - les **fistules recto-urétrales**,
  - les **diverticules**,
  - les **faux trajets** [60].
- **Acquisition d'images dynamiques** : Le scanner permet de capturer des images à différents temps clés :
  - **Pendant l'injection rétrograde** du produit de contraste,
  - **Au cours de la phase mictionnelle**, offrant ainsi une évaluation dynamique de toute la fonction vésico-urétrale.

• **Limites et inconvénients de l'urétrocystoscanner**

- **Exposition aux radiations** :
  - La dose de radiation délivrée est **3 à 6 fois supérieure** à celle d'une UCRM standard [60].
  - Ce paramètre est particulièrement préoccupant chez les **patients jeunes** nécessitant des suivis répétés.
- **Risque de réaction au produit de contraste** (Possibilité d'**allergies** au produit injecté.)
- **Procédure invasive** :
  - Comme pour l'UCRM, l'examen nécessite une **injection rétrograde intra-urétrale** de produit de contraste.
- **Complexité d'exécution et d'interprétation** :
  - La **qualité de l'examen** repose sur l'expérience du radiologue.
  - L'**interprétation des images** peut s'avérer délicate, notamment dans les cas de **sténoses complexes**.
- **Coût élevé** :
  - Le scanner reste **plus coûteux** que l'UCRM et que la SUG.
- **Utilité limitée dans les sténoses antérieures** :
  - Le scanner est **principalement indiqué** pour les sténoses postérieures.
  - Peu d'études ont analysé son **intérêt diagnostique** dans les sténoses de l'urètre antérieur [69].
- **Absence d'évaluation de la spongiofibrose** :

— Contrairement à la SUG et à l'IRM urétrale, le scanner ne permet pas d'analyser **l'état des tissus péri-urétraux** ni l'importance de la spongiofibrose.

1.7 Diagnostics Différentiels des Sténoses Urétrales

La symptomatologie des sténoses urétrales, marquée par des troubles obstructifs et irritatifs du bas appareil urinaire, peut prêter à confusion avec d'autres pathologies.

1.7.1 Causes Obstructives

Les pathologies obstructives susceptibles de mimer une sténose urétrale sont diverses et peuvent toucher différents segments de l'appareil urinaire :

— **Pathologies prostatiques** : L'Hypertrophie Bénigne de la Prostate (HBP) reste la cause la plus fréquente d'obstruction sous-vésicale chez l'homme. Plus rarement, un **cancer prostatique avancé** peut provoquer une obstruction par envahissement de l'urètre prostatique.
— **Calculs urétraux** : La migration d'un calcul dans l'urètre entraîne une obstruction aiguë, souvent associée à une **dysurie brutale**, un **arrêt soudain du jet urinaire** et parfois une **hématurie**.
— **Tumeurs urothéliales de l'urètre** : Bien que rares, ces tumeurs peuvent altérer la perméabilité urétrale et engendrer des troubles mictionnels similaires.

1.7.2 Causes Fonctionnelles

Les pathologies fonctionnelles se caractérisent par des anomalies de la dynamique mictionnelle sans obstacle anatomique avéré :

— **Infections urinaires** : Les urétrites, notamment celles d'origine sexuellement transmissible, peuvent induire des **troubles irritatifs** et **pseudo-obstructifs**, même en l'absence de lésion anatomique.
— **Dysfonctions vésico-sphinctériennes** : Les dysfonctions neurogènes, consécutives à des **lésions médullaires**, des **affections neurodégénératives** ou des **neuropathies diabétiques**, altèrent la coordination entre le détrusor et le sphincter, provoquant dysurie, vidange incomplète et mictions impérieuses.

Ainsi, la connaissance et l'identification des principales étiologies permettent d'orienter le bilan étiologique et de proposer une prise en charge adaptée et ciblée.

1.8 Classification

D'un point de vue clinique, un **calibre inférieur à 16 Fr** est souvent considéré comme évocateur d'une sténose [4]. Cette appréciation repose sur l'incapacité de faire passer un endoscope standard (généralement de taille 16 Fr) ou une sonde de 14 Fr. Le calibre urétral dit « normal » varie généralement entre **18 et 30 Fr** [10].

Plusieurs classifications des sténoses urétrales ont été proposées [77].

1.8.1 Classification EAU

La distinction entre une **sténose sévère** et une **sténose modérée** demeure un sujet de débat dans la littérature urologique, en l'absence de seuils universellement validés. Néanmoins, un diamètre

estimé comme inférieur ou égal à **Ch 3** est généralement considéré comme un **rétrécissement serré**, à **lumière quasi oblitérée** [4].

À titre de repère, un fil guide standard de **0,038 pouces** (soit **0,96 mm** de diamètre) correspond approximativement à **Ch 3**.

L'EAU propose une classification des rétrécissements urétraux chez les patients de sexe masculin ayant une vessie fonctionnellement normale. Cette classification, élaborée par son groupe d'experts sur les sténoses urétrales, repose sur un consensus. Elle est fondée sur le degré de réduction de la lumière urétrale et son impact fonctionnel.

L'intérêt pratique de cette classification réside dans l'évaluation de la sévérité de la sténose en fonction du diamètre anatomique de l'urètre rétréci **(Tableau. 1.1)**. Cette classification oriente le choix thérapeutique :

- Pour une **sténose très serrée** (stade 4), une **urétroplastie d'augmentation** est rarement indiquée, car une lumière urétrale inexistante ne peut être élargie. La résection-anastomose ou une urétroplastie en deux temps est alors privilégiée.
- Pour une **sténose de sévérité modérée à importante** (stade 2 ou 3, soit un diamètre allant jusqu'à CH4), l'option d'une **urétroplastie par augmentation** reste envisageable.

Tableau 1.1 – Classification EAU des rétrécissements urétraux selon leur sévérité.

Grade	Description	Lumière urétrale (French [Fr])	Degré
0	**Urètre normal à l'imagerie**	-	-
1	**Rétrécissement infraclinique**	Lumière urétrale supérieure à 16 Fr	Faible
2	**Rétrécissement de faible grade**	11-15 Fr	Faible
3	**Rétrécissement serré avec altération du débit urinaire**	4-10 Fr	**Élevé**
4	**Rétrécissement quasi-oblitéritif**	1-3 Fr	**Élevé**
5	**Sténose complète**	Absence de lumière urétrale (0 Fr)	**Élevé**

1.8.2 Classification LSE du TURNS

Le groupe **TURNS** (*Trauma and Urologic Reconstruction Network of Surgeons*) est un réseau collaboratif de chirurgiens spécialisés en reconstruction et traumatologie urologique. Ils ont proposé le **système de classification LSE** (Longueur, Segment, Étiologie , *Length (L), Segment (S), and Etiology (E)*) pour une description standardisée et validée des sténoses de l'urètre antérieur.

Inspiré du modèle TNM utilisé en oncologie, ce système définit **cinq stades et dix sous-stades**, permettant une meilleure évaluation de la complexité des cas et des résultats attendus.

- La classification LSE offre une meilleure prédiction du résultat fonctionnel et de la nécessité d'une reconstruction en plusieurs temps.
- Une analyse comparative a démontré sa supériorité par rapport aux classifications existantes.
- Toutefois, des différences dans les pratiques chirurgicales ont été observées, suggérant la nécessité de mises à jour futures du système [78].

1.9 Prise en charge thérapeutique : Généralités

Les **sténoses urétrales masculines** sont connues depuis l'Égypte ancienne, comme en témoignent les dilatateurs en cuivre retrouvés dans les tombeaux des pharaons [64]. Malgré cette longue histoire, elles demeurent une problématique persistante et invalidante, transformant la vie d'un homme en un véritable *parcours du combattant*. Cela n'est pas étonnant, car l'**urètre** n'est pas seulement un canal pour l'urine, mais aussi un **conduit de la vie**, transportant les **gamètes masculins**, garants de la progéniture.

Cependant, la prise en charge reste mal définie, entraînant des récidives fréquentes, mais des avancées récentes offrent de nouvelles perspectives.

1.9.1 Principes de cicatrisation applicables en chirurgie de l'urètre

Indépendamment de la technique chirurgicale employée pour la réparation urétrale, le succès de l'intervention repose inévitablement sur les **mécanismes biologiques intrinsèques de cicatrisation tissulaire**. Ces processus physiologiques permettent la régénération des structures incisées et la **ré-épithélialisation** des zones lésées, assurant ainsi la restauration anatomique du conduit urétral. Toutefois, la formation excessive de tissu cicatriciel constitue un enjeu majeur, car son développement anarchique entraîne un rétrécissement secondaire de la lumière urétrale, compromettant les résultats fonctionnels.

Le processus cicatriciel repose sur une séquence ordonnée d'événements biologiques et cellulaires, classiquement divisés en trois phases successives [73].

- **Phase inflammatoire :** Immédiatement après une lésion tissulaire, l'hémostase est assurée par la formation d'un coagulum riche en fibrine, servant de matrice provisoire pour la migration cellulaire vers la plaie. L'infiltration de granulocytes et de monocytes neutrophiles engendre une réaction inflammatoire aiguë, caractérisée par une hyperhémie locale, une exsudation plasmatique et l'émission de médiateurs chimiotactiques. Après trois à cinq jours, les macrophages, issus de la transformation des monocytes, dominent cette phase en sécrétant divers facteurs biologiquement actifs (facteurs de croissance, collagénases, protéases et radicaux oxygénés) indispensables à la transition vers la phase suivante.
- **Phase de granulation :** Elle correspond à la formation d'un tissu conjonctif transitoire, riche en macrophages, fibroblastes et capillaires néoformés. Les fibroblastes, sous l'influence des facteurs de croissance, se différencient en myofibroblastes dotés de propriétés contractiles favorisant la réduction de la plaie. La reconstitution du vaisseau sanguin s'effectue par la pénétration de petits cordons de cellules endothéliales guidés par la fibrine de manière à créer de nouveaux capillaires. La migration des cellules épithéliales basales débute dès les premières heures et s'effectue sur une matrice provisoire de fibrine et de collagène, aboutissant à la **réépithélialisation** et à la formation de la membrane basale. La couverture complète du tissu granulaire marque la fin de cette phase.
- **Phase de remodelage :** Cette dernière étape, qui s'étend sur plusieurs mois, est marquée par un remodelage progressif du collagène, avec un alignement transversal des fibres induisant un rapprochement des berges et une consolidation cicatricielle. Ce processus aboutit à la formation d'un tissu pauvrement vascularisé. Il est bien établi que la durée de cicatrisation suit une relation logarithmique avec la superficie de la plaie, les plaies allongées cicatrisant plus rapidement que les plaies circulaires de même surface. Par ailleurs, les plaies induites par la cryochirurgie ou l'électrochirurgie présentent un retard cicatriciel du fait d'une inflammation prolongée secondaire à une nécrose tissulaire profonde.
- Un phénomène clé de la cicatrisation per secundam est la **rétraction tissulaire**, dont l'ampleur dépend de la profondeur de la lésion : alors que les plaies superficielles présentent une

rétraction minimale, les plaies profondes peuvent se contracter jusqu'à 50%. Ce phénomène est exacerbé par une phase inflammatoire et de granulation prolongée. Le processus de cicatrisation peut être altéré par divers facteurs, incluant une infection bactérienne, une balance azotée négative, des carences vitaminiques, ainsi que la prise de médicaments immunosuppresseurs, anti-inflammatoires non stéroïdiens ou corticostéroïdes.

1.9.2 Études expérimentales sur la cicatrisation urétrale

L'étude des mécanismes de **cicatrisation urétrale** a fait l'objet de nombreuses investigations expérimentales. De ces travaux, plusieurs enseignements fondamentaux ont été tirés, permettant d'orienter les stratégies chirurgicales en urétroplastie [79].

Premièrement, la **régénération épithéliale** est optimale lorsque l'urètre n'a été que partiellement réséqué et qu'une bande d'épithélium a été préservée sur sa longueur. Dans cette configuration, la cicatrisation se fait non seulement à partir des extrémités de la résection, mais aussi à partir de cette bande résiduelle, confirmant les principes biologiques généraux de la cicatrisation des plaies. En 1962, **Weaver et Schulte** [73] ont mis en évidence la capacité de régénération de l'urètre chez le chien. Ils établissent que chez le chien, l'urètre peut repousser en 3 à 4 semaines sur une longueur de 6 centimètres environ sous réserve de préserver au moins un tiers de la circonférence urétrale et d'assurer une dérivation urinaire temporaire. L'intubation de l'urètre partiellement réséqué permettait d'obtenir un conduit régénéré sans sténose après 4 à 5 mois. En revanche, une résection complète de 5 cm suivie d'un retrait précoce de l'intubation entraînait une fibrose cicatricielle et une récidive sténotique. De plus, une **anastomose suturée** assure une évolution plus favorable qu'une cicatrisation se produisant uniquement autour d'une sonde.

Influence de l'urine sur la cicatrisation urétrale [73]

Les études expérimentales ont prouvé l'importance d'une **dérivation urinaire temporaire**. Une exposition prolongée à l'urine s'avère délétère pour la cicatrisation, ce qui justifie l'instauration d'un drainage efficace dans toute reconstruction urétrale, ainsi le **cathétérisme prolongé** limite la rétraction cicatricielle et favorise ainsi une meilleure stabilisation du calibre urétral. **Denis Browne** soulignait déjà l'importance d'un environnement sec pour favoriser la régénération épithéliale. De manière plus spécifique, **Singh et Blandy** ont démontré que l'extravasation urinaire altérait significativement la cicatrisation de l'urètre chez le rat, tandis que **Marberger et Bartsch** ont mis en évidence le rôle bénéfique de la pression hydrostatique mictionnelle dans le maintien du calibre urétral après guérison [79]. Toutefois, ces observations reposent sur des suivis de quelques mois et non de plusieurs années, ce qui limite leur extrapolation à la clinique humaine.

Néanmoins, ces observations ont des implications pratiques en **chirurgie des sténoses urétrales** :

- La **cystostomie** est recommandée pour limiter l'exposition urinaire et optimiser la cicatrisation.
- Lors d'une **urétrotomie**, l'ampleur de l'incision est déterminante : une lumière trop étroite compromet la réépithélialisation, tandis qu'un lit cicatriciel fibreux entrave la prolifération cellulaire.
- En outre, la **répétition des urétrotomies endoscopiques** favorise une fibrose progressive, réduisant l'efficacité du traitement et augmentant le risque de récidive de la sténose.
- L'**utilisation d'une sonde urétrale** après incision ne favorise pas systématiquement la cicatrisation et peut même l'altérer en facilitant l'infection et en générant des microtraumatismes. Toutefois, la miction post-opératoire pourrait empêcher une adhésion prématurée des berges.

Ces données expérimentales apportent un éclairage essentiel sur les principes à respecter en urétroplastie, notamment lorsqu'une **greffe de muqueuse buccale** est envisagée pour optimiser la reconstruction et limiter le risque de récidive sténotique.

1.9.3 Le repos urétral

Pour rappel, la **cicatrisation tissulaire** suit une séquence en trois phases distinctes :

- **Phase inflammatoire** (0 à 3–5 jours)
- **Phase proliférative** (3–5 jours à 1 semaine)
- **Phase de remodelage** (1 semaine à 1 an)

En l'absence de perturbation de ces étapes, la cicatrice atteint environ **80 % de son aspect final** après six semaines, mais son évolution se poursuit jusqu'à un an [80].

1.9.3.1 Repos urétral pour les sténoses de l'urètre antérieur

- **Durée recommandée :** 6 à 12 semaines avant l'urétroplastie [81].
- **Objectif :** Après toute manœuvre instrumentale sur l'urètre, il est indispensable de respecter un délai de repos urétral avant d'envisager une chirurgie reconstructrice. En effet, en l'absence de ce repos, le rétrécissement urétral peut ne pas être nettement délimité, exposant à un risque de correction chirurgicale insuffisante.
- **Importance du délai pré-opératoire :** Ce temps de repos est essentiel pour affiner l'évaluation pré-opératoire de l'étendue réelle de la sténose et ainsi orienter le choix de la technique reconstructrice la plus adaptée.
- **Exception :** Si la sténose est très serrée et entraîne des symptômes urinaires sévères ou une rétention urinaire, un **cathétérisme sus-pubien** peut être nécessaire pour assurer un drainage vésical adéquat. Cela permet d'éviter tout traumatisme urétral supplémentaire et de préserver des conditions optimales pour une prise en charge chirurgicale ultérieure.
- **Évaluation post-repos :** Après cette période, une nouvelle imagerie est recommandée pour adapter la stratégie chirurgicale.
- Toute manipulation instrumentale, même réalisée avec un instrument à **calibre réduit**, dans les jours précédant l'intervention peut entraîner une **dilatation artificielle** de la lumière urétrale. Ce phénomène est susceptible de modifier le diamètre de la sténose, masquant ainsi ses véritables limites anatomiques. Une telle situation pourrait induire une **faux aspect per-opératoire**, où le passage facilité d'un instrument de plus grand calibre donnerait l'illusion d'une perméabilité accrue. Cette distorsion anatomique compromet l'**évaluation précise** de l'extrémité distale de la sténose et peut complexifier la prise en charge chirurgicale, notamment dans le cadre d'une urétroplastie où la **localisation exacte du segment pathologique** est un élément clé de la stratégie opératoire.
  Il convient de souligner que dans les cas de **sténose complète**, où la **muqueuse urétrale est totalement détruite**, toute possibilité de régénération spontanée de l'épithélium est **illusoire**. L'absence de tissu épithélial fonctionnel empêche toute reconstitution physiologique du conduit, limitant ainsi drastiquement l'efficacité des traitements endoscopiques conventionnels. Ces derniers, bien qu'envisageables dans des sténoses partielles, se révèlent inadaptés lorsque la continuité urétrale est rompue. Dans ces situations, seule une approche chirurgicale reconstructive, telle que l'**urétroplastie avec greffe de muqueuse buccale**, peut offrir une restauration anatomique et fonctionnelle durable.
- Lors de la réalisation d'une **urétroplastie**, une évaluation minutieuse de l'urètre, en amont de la sténose, est une étape fondamentale permettant d'anticiper d'éventuelles anomalies tissulaires sous-jacentes. Parmi celles-ci, la **métaplasie squameuse séquellaire**, fréquemment secondaire à des épisodes répétés de **dilatations chroniques**, constitue un facteur de risque majeur de récidive sténotique. Ce processus pathologique se caractérise par une transformation anormale de l'urothélium en un épithélium malpighien kératinisé, dont l'apparence blanchâtre peut être observée au niveau de la muqueuse non rétrécie.

La présence d'une telle métaplasie impose une **prise en charge adaptée** afin d'optimiser les résultats de la reconstruction. Une simple correction de la sténose sans ablation de cette zone remaniée exposerait à un risque élevé de **récidive cicatricielle**, compromettant ainsi l'efficacité de la réparation chirurgicale. Par conséquent, dès lors qu'une métaplasie squameuse est identifiée, le traitement doit inclure une **excision complète** de la zone pathologique, en s'assurant d'atteindre un **urothélium sain**, véritable garant d'une cicatrisation optimale et d'une prévention efficace de la récidive [80].

1.9.3.2 Repos urétral pour les lésions post-traumatiques de l'urètre postérieur

- En cas de lésion traumatique de l'urètre postérieur, un repos urétral d'une durée de **trois mois** est classiquement préconisé avant la réalisation d'une urétroplastie. Cette période favorise la résorption de l'hématome pelvien et garantit que le patient puisse être placé en position de lithotomie dans des conditions optimales [80].
- Toutefois, des études récentes suggèrent qu'un repos plus court (3 à 6 semaines) pourrait donner des résultats similaires [82].

1.9.4 Évaluation préopératoire et critères décisionnels en chirurgie reconstructrice

Une **évaluation approfondie avant l'intervention** est essentielle afin d'anticiper d'éventuelles complications et d'optimiser la prise en charge chirurgicale. Bien que ces aspects aient été détaillés dans le chapitre consacré au **diagnostic positif**, il convient de rappeler certains principes fondamentaux.

La prise en charge chirurgicale d'une **sténose urétrale** doit être envisagée en fonction de plusieurs critères cliniques et morphologiques. Une intervention est indiquée chez les patients présentant :

- Une **obstruction urinaire symptomatique** avec altération du débit mictionnel ou épisodes de rétention.
- Une **détérioration progressive de la fonction vésicale**, notamment en cas de résidu postmictionnel élevé ou d'infections urinaires récidivantes.
- Une sténose **récidivante et/ou évolutive, longue et/ou complexe**, en particulier après échec des traitements endoscopiques.

En revanche, un traitement chirurgical doit être discuté avec prudence chez les patients présentant des comorbidités sévères ou une espérance de vie limitée, chez qui le bénéfice fonctionnel attendu pourrait être marginal.

Le moment de l'intervention est un paramètre déterminant dans la réussite de la reconstruction. Il est impératif de respecter certaines conditions avant d'envisager une urétroplastie :

- Une **période de repos urétral**
- L'**absence d'infection active** doit être confirmée par un contrôle du sédiment urinaire une semaine avant l'intervention. Une antibioprophylaxie ciblée est recommandée 24 heures avant la chirurgie.
- En présence d'une **bactériurie asymptomatique** chez un patient porteur d'un cathéter susbubien, une antibiothérapie prolongée n'est pas indiquée, car elle favorise l'émergence de germes résistants, augmentant ainsi le risque d'échec chirurgical.

En cas de **sténose ancienne avec prostatite associée**, un traitement préalable de l'infection prostatique est recommandé afin d'optimiser la prise en charge chirurgicale.

Le choix de la technique reconstructive repose sur une **analyse rigoureuse** de plusieurs para-

mètres :

- La **longueur** et le **siège** exact de la sténose, déterminés par les examens d'imagerie.
- La **qualité du tissu urétral** nécessitant une excision complète de la zone pathologique jusqu'à retrouver un urothélium sain.
- L'**historique des traitements antérieurs** (dilatations, incisions endoscopiques, urétroplasties précédentes) pouvant influencer le choix de la reconstruction.
- La possibilité d'une **reconstruction par greffe de muqueuse buccale**, qui constitue une solution efficace pour la prise en charge des sténoses urétrales s'étendant du **méat urétral jusqu'au col vésical**. Grâce à ses propriétés histologiques et biologiques favorisant une intégration optimale, cette technique offre une alternative précieuse lorsque la restitution du calibre urétral ne peut être obtenue par une simple résection-anastomose.

Ainsi, une **évaluation préopératoire rigoureuse**, associée à une stratégie chirurgicale adaptée à chaque patient, permet d'optimiser les résultats fonctionnels et de limiter le risque de récidive sténotique.

1.10 Moyens thérapeutiques

La prise en charge des sténoses urétrales repose sur trois grandes approches thérapeutiques, dont le choix est guidé par la sévérité des symptômes, l'étendue de la sténose et les antécédents du patient. Ces approches incluent :

- les **options conservatrices**, visant à éviter une intervention chirurgicale lorsqu'elle n'est pas strictement nécessaire ;
- les **traitements endo-luminaux**, englobant la dilatation et l'urétrotomie interne ;
- la **chirurgie reconstructrice**, incluant les différentes techniques d'urétroplastie adaptées à la complexité de la sténose.

1.10.1 Méthodes conservatrices

L'indication thérapeutique des sténoses urétrales ne doit pas être systématique. En l'absence de complications, l'objectif principal du traitement est d'améliorer la qualité de vie du patient en soulageant les symptômes, tout en évitant des interventions inutiles. La stratégie thérapeutique doit ainsi prendre en compte plusieurs facteurs : la sévérité des symptômes, la localisation et la longueur de la sténose, ainsi que la préférence du patient. Chez un homme jeune en bonne santé, le débit urinaire maximal normal est supérieur à **15 mL/s**. Un débit compris entre **10 et 15 mL/s** est généralement asymptomatique et ne nécessite pas d'intervention, sauf en cas d'épaississement vésical ou de vidange incomplète de la vessie [67]. En revanche, un débit urinaire inférieure à **10 mL/s** est souvent associé à des symptômes obstructifs et des complications [83]. Ainsi, la prise en charge thérapeutique ne doit être envisagée que si le patient présente des symptômes invalidants ou des signes objectifs d'altération vésicale.

1.10.1.1 Observation

Les données cliniques récentes suggèrent que l'indication chirurgicale n'est pas systématique pour les sténoses urétrales, en particulier lorsqu'elles sont asymptomatiques ou de large calibre. Une diminution significative du débit urinaire est généralement observée lorsque le calibre de la lumière urétrale est inférieur à **10 Fr**. Toutefois, pour les sténoses de diamètre supérieur à cette valeur, le diagnostic est souvent fortuit, découvert lors d'un examen urologique réalisé pour une autre indication (ex. cystoscopie, cathétérisme urétral) [84]. L'approche contemporaine remet en question

la nécessité d'une prise en charge chirurgicale systématique. Plusieurs travaux ont montré qu'après un suivi de **deux ans**, seulement **12 %** des sténoses de diamètre supérieur à **16 Fr** présentaient une réduction de leur calibre, et aucun cas n'a évolué vers une symptomatologie clinique nécessitant une intervention [84]. Dans le même esprit, une étude multicentrique réalisée par le **Trauma and Urologic Reconstructive Network of Surgeons (TURNS)** a mis en évidence une discordance significative entre la récidive anatomique observée en cystoscopie et la nécessité d'une réintervention. Les auteurs ont conclu que, malgré l'identification endoscopique d'une récidive, la majorité des patients ne présentent pas de symptômes cliniques notables et conservent un débit urinaire satisfaisant [85]. Ces résultats soulignent que la décision thérapeutique doit être guidée en premier lieu par la symptomatologie du patient plutôt que par les seules observations endoscopiques. En l'absence d'indication thérapeutique immédiate, une **surveillance active** avec des réévaluations périodiques est recommandée afin d'éviter des traitements inutiles et d'intervenir uniquement lorsque cela est nécessaire.

1.10.1.2 Cathétérisme sus-pubien

Le cathétérisme sus-pubien représente une **voie de drainage temporaire** pour les patients présentant des **sténoses urétrales complexes** et dont la prise en charge chirurgicale ne peut être réalisée immédiatement. Cette approche est souvent privilégiée car elle permet d'éviter un traumatisme urétral supplémentaire et limite l'inconfort du patient. Ce drainage est particulièrement indiqué chez les patients ayant des **sténoses urétrales post-radiques**, qui sont plus difficiles à traiter en raison d'un **taux de récidive élevé et de la difficulté à réparer les lésions tissulaires induites par l'irradiation** [86]. Il constitue également une solution pour les patients fragiles ou présentant des comorbidités importantes, pour lesquels une intervention chirurgicale représenterait un risque élevé. En outre, le **drainage sus-pubien** favorise une période de récupération urétrale, connue sous le nom de **repos urétral**, qui joue un rôle clé dans la prise en charge des sténoses complexes. Cette période permet :

- une **maturation de la sténose**, garantissant une meilleure délimitation de son étendue finale ;
- une **cicatrisation des tissus**, réduisant l'inflammation et optimisant les conditions chirurgicales ;
- une **meilleure précision de l'imagerie préopératoire**, essentielle pour planifier une urétroplastie adaptée [87].

Toutefois, cette technique expose à un risque important de complications, incluant les infections urinaires, l'inconfort chronique et l'obstruction du cathéter. Par conséquent, les patients optant pour cette solution doivent être informés des risques inhérents au cathétérisme sus-pubien prolongé et de la nécessité d'une prise en charge rigoureuse incluant des soins réguliers afin de limiter ces complications.

1.10.2 Traitements endo-luminaux

Avant d'évaluer les résultats des différentes options thérapeutiques, il est essentiel de reconnaître l'**iatrogénie** comme une cause majeure de sténoses urétrales. Le risque de léser la muqueuse urétrale est inhérent à toute procédure diagnostique ou thérapeutique endo-urétrale. Cette réalité soulève des interrogations quant à l'approche des traitements endo-luminaux, dont l'objectif est d'élargir un rétrécissement urétral tout en limitant les traumatismes additionnels. Cependant, ces interventions procurent souvent une **illusion d'efficacité**. En effet, les phénomènes de cicatrisation ne sont pas immédiats, et une amélioration temporaire des symptômes peut masquer l'absence de guérison durable. Ces considérations doivent être prises en compte dans l'évaluation des options thérapeutiques

[10].

1.10.2.1 Dilatations

La dilatation urétrale, connue depuis l'Antiquité, représente l'une des techniques les plus anciennes pour traiter les sténoses de l'urètre. Longtemps considérée comme le traitement de référence avant l'avènement des techniques endoscopiques, elle demeure encore pratiquée dans certains contextes, notamment en Algérie. Historiquement, la dilatation urétrale par bougies ou sondes métalliques a été le traitement de première intention des sténoses urétrales. Cette approche consiste à insérer progressivement des dilatateurs de calibre croissant afin d'induire un étirement mécanique des tissus, provoquant une rupture partielle des zones cicatricielles et un élargissement temporaire du segment sténotique. Avec l'émergence des incisions endoscopiques, la dilatation urétrale a vu son rôle décliner, bien qu'elle puisse encore être utilisée comme stratégie complémentaire, notamment en postopératoire, afin de retarder la récidive. Les (auto)dilatations restent ainsi indiquées après une incision endoscopique pour prolonger l'intervalle libre de récidive. Sur le plan physiopathologique, cette technique repose sur un mécanisme de distension de la muqueuse urétrale au niveau de la sténose, induisant une rupture partielle du tissu cicatriciel. Contrairement à l'urétrotomie interne sous contrôle de la vue, qui repose sur une incision du tissu fibreux, la dilatation agit exclusivement par un étirement mécanique du rétrécissement. Toutefois, ces deux approches partagent un principe thérapeutique commun : Créer une brèche au niveau de la sténose, en misant sur une ré-épithélialisation plus rapide que le processus de fibrose [88]. Cependant, les dilatations ne constituent pas un traitement curatif. Même réalisées avec progressivité, elles entraînent des microlésions tissulaires, particulièrement au niveau des zones les plus fragiles. L'infiltration d'urine dans ces micro-lésions lors de la miction favorise une réaction inflammatoire locale et une fibrose périurétrale, accélérant ainsi la réapparition de la sténose à court ou moyen terme. Les données montrent qu'un succès durable n'est observé que dans environ **20 %** des cas, voire moins [89]. Pour les autres patients, les séances de dilatation doivent être répétées avec des intervalles de plus en plus courts, jusqu'à ce que le rétrécissement devienne plus sévère et étendu. Les complications potentielles incluent des hémorragies du corps spongieux et des infections systémiques (septicémies), justifiant l'évitement de cette technique en cas d'infection urinaire active. Les auto-dilatations, bien qu'elles permettent au patient un certain degré d'autonomie, n'atténuent pas ces risques et restent une solution palliative temporaire [90]. Bien qu'aucune étude comparative directe entre la dilatation aveugle et la dilatation sous contrôle visuel ne soit disponible, plusieurs travaux suggèrent un taux de complications plus faible avec les techniques guidées par endoscopie. Toutefois, le taux de récidive après dilatation demeure élevé, oscillant entre **23,5 % et 64,5 %** selon les séries [34, 91]. Par ailleurs, le besoin de retraitement dans les trois ans avoisine **65 %** pour les deux techniques, sans qu'aucun bénéfice clair n'ait été démontré en faveur d'une approche par rapport à l'autre [92]. Ces résultats soulignent le caractère non définitif de la dilatation urétrale, qui nécessite fréquemment une prise en charge plus invasive à moyen terme.

1.10.2.2 Urétrotomie interne

L'**urétrotomie interne** est une technique ancienne dont les origines remontent à la France du XIX^{e} siècle, avec les travaux de **Civiale** (1817) et **Maisonneuve** (1848). Son évolution a été marquée par le développement du matériel endoscopique, aboutissant à l'**Urétrotmie interne sous contrôle de la vue (UISCV)**, introduite par **Sachsen et Matouschek** en 1972 [73]. Cependant, cet engouement ne découle pas uniquement de l'efficacité intrinsèque de la technique. Il s'explique également par la **complexité des alternatives reconstructives**, qui nécessitent une expertise chirurgicale avancée. L'urétrotomie interne séduit par sa **simplicité d'exécution** : elle est rapide à maîtriser, peu invasive et souvent réalisable en ambulatoire sous anesthésie locale, avec un taux de complications

immédiates limité. Ces atouts pratiques en ont fait une option privilégiée, parfois considérée comme un traitement de première intention pour les sténoses courtes et non compliquées. Toutefois, cette facilité apparente masque parfois un choix par défaut, motivé par des **contraintes logistiques** ou un manque de formation aux techniques reconstructives, plutôt que par une **véritable supériorité clinique**.

• **Technique opératoire** L'intervention suit un protocole standardisé [93] :

— **Cathétérisation de la lumière urétrale** à l'aide d'un guide fin dépassant la sténose.

— **Incision longitudinale** à la **lame froide** en position **12 heures**, réalisée par un mouvement de bascule de l'ensemble de l'instrument.

— **Section progressive jusqu'au tissu saignant du corps spongieux**, signe d'une ouverture adéquate.

— Dans les sténoses sévères, l'incision peut être approfondie jusqu'au **septum des corps caverneux** pour restaurer un calibre fonctionnel.

— **Mise en place d'une sonde en silicone** en fin d'intervention pour prévenir la rétraction cicatricielle immédiate.

1.10.2.3 Résultats des traitements endo-urétraux

Plusieurs études ont évalué l'efficacité des traitements endo-urétraux. L'analyse de leur succès à long terme montre un taux de guérison faible, estimé à seulement **30 %** [94, 95]. En comparaison, l'urétroplastie offre un taux de succès pouvant atteindre **95 % à 5 ans**. Toutefois, si un patient opte pour un traitement endoscopique, la question du choix entre une **dilatation** et une **urétrotomie interne** se pose. Un essai randomisé comparatif [96] a montré que ces deux options offrent une efficacité similaire pour les sténoses courtes n'ayant jamais été traitées auparavant, avec des taux de succès et de complications comparables. Ainsi, les recommandations actuelles (**EAU, AUA, SIU**) permettent d'opter indifféremment pour l'une ou l'autre, selon l'expérience du chirurgien et la préférence du patient. Cependant, des données récentes [95] ont mis en évidence que la répétition des traitements endo-urétraux diminue progressivement leur efficacité. Plus on réitère la même intervention, plus son efficacité décroît. Le délai de récidive constitue ainsi un facteur pronostique essentiel. En cas de récidive survenant avant trois mois, une seconde urétrotomie interne présente une efficacité limitée, tandis qu'une troisième intervention s'avère inutile. Enfin, la **longueur de la sténose** est un facteur prédictif majeur d'échec des traitements endo-urétraux. Un des rares essais randomisés ayant étudié cette question [97] a montré que le taux de récidive à 12 mois était d'environ **40 %** pour les sténoses de moins de **2 cm**, contre **80 %** pour celles de plus de **4 cm**. Par ailleurs, pour les sténoses de **2 à 4 cm**, le taux de récidive est passé de **50 %** à 12 mois à environ **75 %** à 48 mois. Ces résultats soulignent la **limite intrinsèque** des traitements endoscopiques, qui doivent être utilisés avec discernement et en tenant compte des alternatives reconstructives disponibles.

1.10.2.4 Thérapies adjuvantes aux traitements endoscopiques

Les injections de corticostéroïdes après une UISCV ont été évaluées dans plusieurs **essais randomisés** et **études observationnelles** [98, 99], ainsi que dans une méta-analyse [100]. Ces études suggèrent que les corticoïdes pourraient retarder la récidive, bien que leur efficacité globale sur le taux de récidive ne soit pas formellement établie. Parallèlement, l'injection de **mitomycine C** à faible dose (**0,1 mg dilué dans 2 mL, soit 5 %**) dans les sténoses fraîchement incisées a été explorée. Cette approche repose sur les propriétés **antifibrotiques** et **antiprolifératives** de la molécule, visant à limiter la fibrose postopératoire [101]. Une méta-analyse récente [102] a montré que la mitomycine C avait un effet significatif sur les sténoses urétrales antérieures courtes (< 2 cm) avec un suivi prolongé (> 12 mois). Toutefois, son utilisation n'est **pas recommandée à l'heure actuelle**,

en raison du manque de données solides permettant d'en justifier l'usage en routine. D'autres essais [103] ont exploré l'injection de **plasma riche en plaquettes (PRP)** dans les sténoses urétrales. Le PRP semble améliorer les résultats après une UISCV, mais son efficacité et sa sécurité doivent encore être confirmées avant une utilisation clinique généralisée.

1.10.2.5 Stents urétraux

Les **stents urétraux** ont été conçus pour limiter la récidive cicatricielle après dilatation ou UISCV. Ils sont insérés sous anesthésie locale ou locorégionale dans le cadre d'une chirurgie ambulatoire (<60 minutes). On distingue deux types de stents :

- **Les stents permanents** [104] , qui ne sont plus commercialisés en raison de complications fréquentes.
- **Les stents temporaires**, retirés après **6 à 12 mois**, et encore utilisés dans certaines indications.

Ces endoprothèses permettent de maintenir la perméabilité de la lumière urétrale et peuvent représenter une option thérapeutique pour les **patients à haut risque chirurgical** (comorbidités sévères), notamment en cas de sténoses urétrales récidivantes après échec de dilatation ou d'urétrotomie interne. Toutefois, leur **localisation préférentielle** reste le **segment bulbaire de l'urètre**, où elles offrent un maintien anatomique plus stable. Leur utilisation dans l'urètre postérieur ou pénien est **déconseillée**, en raison d'un risque accru de complications, notamment une migration du stent, une inflammation chronique ou une gêne obstructive. Bien que ces dispositifs puissent temporairement améliorer la qualité de vie de certains patients, ils ne constituent pas une alternative fiable aux techniques d'**urétroplastie**, particulièrement en cas de **sténoses complexes ou multi-opérées**.

1.10.3 Grands principes de la Chirurgie de reconstruction

L'**urétroplastie**, ou chirurgie ouverte de reconstruction urétrale, est le traitement de référence pour les **sténoses urétrales complexes**, offrant un taux de succès nettement supérieur aux approches endoscopiques [105]. Le choix de la technique repose sur plusieurs facteurs, notamment l'étiologie de la sténose, sa localisation et la présentation clinique du patient. En chirurgie reconstructrice, deux grandes approches coexistent :

- **Les techniques préservant l'anatomie native**, qui ne nécessitent pas d'apport tissulaire supplémentaire ;
- **Les techniques avec transfert tissulaire**, recourant soit à un **lambeau pédiculé**, soit à une **greffe libre**.

1.10.3.1 Préparation et positionnement du patient

Une **stérilité urinaire préopératoire** est une condition essentielle avant toute urétroplastie, l'infection étant un facteur majeur d'échec, en particulier dans les sténoses anciennes ou chez les patients porteurs d'un cathéter sus-pubien. Ces derniers présentent fréquemment une **colonisation microbienne chronique** voire des infections associées (ex. prostatite), ce qui nécessite un contrôle rigoureux avant l'intervention. Un **rasage minutieux** du périnée, des organes génitaux et de la région abdominale inférieure (en cas d'accès sus-pubien) est réalisé à l'aide d'un rasoir droit, en évitant toute effraction cutanée. Le patient est ensuite installé en position de **lithotomie**, optimisée par une désinfection cutanée à base d'alcool, reconnue pour son efficacité contre la flore résidente [81]. Les **imageries préopératoires** sont systématiquement revues et doivent être accessibles en salle opératoire.

1.10.3.2 Positionnement opératoire

La **lithotomie exacerbée** (figure 1.16), bien que controversée en raison d'un risque accru de complications, permet un accès périnéal optimal et une meilleure mobilisation des structures anatomiques. Son emploi nécessite toutefois :

- un **équipement adapté** pour minimiser les risques de compression nerveuse,
- un **positionnement précis** afin d'éviter toute hyperextension des membres inf,
- une **limitation du temps opératoire à quatre heures maximum**, afin de réduire le risque de complications neurologiques. Une neuropraxie transitoire du **nerf péronier**, se traduisant par des paresthésies ou hypoesthésies dorsales du pied, est rapportée chez environ **20 % des patients**, avec une résolution généralement observée sous 48 heures. [81].

Bien que la **lithotomie exacerbée** soit souvent privilégiée pour l'urétroplastie, la **lithotomie dorsale classique** constitue une alternative valable, notamment en cas d'indisponibilité matérielle ou selon les préférences du chirurgien. Cette option offre un équilibre entre **efficacité chirurgicale** et **gestion des risques périopératoires**.



Figure 1.16 – Disposition du patient en lithotomie exacerbée. [81].

1.10.3.3 Voies d'abord de l'urètre

Le choix de l'abord chirurgical de l'urètre dépend de plusieurs facteurs, notamment la **localisation**, l'**étiologie** et l'**étendue de la lésion**. Une **planification préopératoire rigoureuse** et une **maîtrise anatomique** sont essentielles pour optimiser les résultats fonctionnels.

⊙ Abords de l'urètre pénien

• Voie médiane pénienne .

Indications restreintes :
- Fermeture de fistules urétrales (associées à une sténose distale).
- Mise à plat de l'urètre (préparatoire à une reconstruction en deux temps).
- **Techniques associées** : **Opération de Johanson** : Mise à plat simple. **Premier temps de Bracka** : Apport de tissu après urétrectomie de la zone sténosée.
- **Conservation tissulaire** : La préservation du fourreau pénien et du prépuce est cruciale pour les étapes ultérieures [106].

• Voie coronale

Technique :
- Incision sous-coronaire suivie d'un dégloving du fourreau pénien.
- Une incision circonférentielle sous-coronaire (5 mm du sillon balano-préputial) constitue la meilleure ligne d'incision pour l'urètre pénien.
- Le tissu sous-cutané est incisé perpendiculairement jusqu'au fascia de Buck, identifiable à son aspect blanchâtre. Ce dernier doit être suivi sans pénétrer dans la vascularisation sous-cutanée.
- Le plan du fascia de Buck est pratiquement avasculaire et peut être suivi jusqu'à la base du pénis sans compromettre la vascularisation cutanée [79].

Avantages :
- Permet un accès étendu jusqu'au bulbe urétral, adapté à toutes les urétroplasties.
- Assure une couverture bien vascularisée des sutures et greffes.
- Réduction du risque de fistulisation postopératoire.

⊙ Abords de l'urètre bulbaire et postérieur

• Incision périnéale médiane (standard)

L'incision périnéale médiane consiste en une incision longitudinale partant de la région anoscrotale, offrant un accès direct au bulbe et à l'urètre postérieur. La dissection des muscles bulbocaverneux sur la ligne médiane permet l'exposition du corps spongieux. Cette voie d'abord est simple, associée à un faible risque de déhiscence cutanée, et convient particulièrement aux sténoses étagées, l'exposition pouvant être étendue jusqu'au méat sans recourir à une incision pénienne supplémentaire.

• Incision en « U » inversé (cas complexes)

L'incision en « U » inversé est indiquée dans les traumatismes pelviens avec rupture urétrale postérieure ou lorsqu'une dissection profonde jusqu'à l'apex prostatique est requise. Elle offre une exposition élargie du périnée profond et une meilleure visibilité des structures urétrales postérieures, facilitant les gestes de réparation post-traumatique.

• Voie de Kulkarni

La voie de Kulkarni consiste en une incision périnéale sur le raphé anoscrotal permettant la mobilisation complète et l'extériorisation de l'urètre, d'une manière comparable à une urétrectomie tumorale. Elle est indiquée pour les sténoses multi-récidivantes ou étendues, notamment dans

les formes panurétrales liées au lichen scléro-atrophique, et autorise la réalisation d'urétroplasties d'agrandissement avec lambeaux multiples. Cette approche offre une alternative moins invasive aux abords combinés périnéo-péniens tout en assurant une exposition continue et efficace de l'urètre.

1.10.4 Types d'urétroplastie

1.10.4.1 Urétrorraphie termino-terminale

Le principe de l'**urétrorraphie termino-terminale** repose sur :

- **L'excision complète de la sténose**, en retirant les tissus cicatriciels et mal vascularisés.
- **L'utilisation de l'élasticité de l'urètre sain** de part et d'autre de la lésion pour compenser la perte de substance.
- **Une anastomose bout à bout** entre des tissus bien vascularisés, sans tension excessive.

L'élasticité du corps spongieux permet une mobilisation de l'urètre jusqu'à **25 %** de sa longueur, ce qui permet de traiter des sténoses atteignant **2 cm**. Toutefois, la nécessité de spatuler l'urètre sur environ **1 cm** de chaque côté réduit cette marge. Ainsi, il arrive qu'une urétrorraphie termino-terminale initialement prévue doive être remplacée en cours d'intervention par une reconstruction par substitution.

• **Indications et limites** L'**UTT** est la technique de référence pour le traitement des **ruptures traumatiques de l'urètre postérieur après fracture du bassin**, où il est possible de gagner jusqu'à **8 cm** par séparation du crura et ablation de la portion inférieure de la symphyse pubienne. Elle est également indiquée pour les **sténoses courtes de l'urètre bulbaire**, à condition que l'urètre sain puisse être mobilisé sans créer de tension excessive. Cependant, cette technique est mal adaptée aux sténoses longues ou à celles situées dans l'urètre pénien distal, en raison du risque élevé de complications [79].

• **Complications et précautions** La principale limite de l'**urétrorraphie termino-terminale** réside dans l'**interruption complète du corps spongieux**, ce qui peut compromettre la vascularisation axiale et entraîner des complications neurovasculaires :

- **Paresthésies et froideur du gland**,
- **Dysfonction érectile**, et **Troubles de l'éjaculation**, liés à la perte du soutien musculaire des muscles bulbocaverneux.

• **Technique opératoire** L'intervention suit plusieurs étapes clés :

- **Ouverture de l'urètre** sur une sonde de calibrage jusqu'à la sténose.
- **Spatulation de l'urètre distal** pour préparer l'anastomose.
- **Incision et dissection de la sténose** transversalement jusqu'aux corps caverneux.
- **Libération de l'urètre des corps caverneux**, en préservant un maximum de vascularisation.
- **Excision des tissus fibreux** et mal vascularisés des deux extrémités.
- **Suture de l'anastomose sans tension**, entre des tissus bien vascularisés.
- **Mise en place d'une sonde urétrale** Charrière 16 pendant 5 jours pour éviter les adhérences au niveau de la suture.
- **Pose d'une sonde sus-pubienne** pour un drainage urinaire complémentaire pendant 2 semaines.

1.10.4.2 Urétroplastie sans transsection (UST)

Développée par **Jordan et al.** [107], l'**urétroplastie sans transsection** (figure 1.17) est une approche visant à traiter les sténoses bulbaires courtes tout en minimisant le traumatisme tissulaire. Son principe fondamental repose sur la **préservation intégrale du corps spongieux ventral et de sa vascularisation**, garantissant ainsi une cicatrisation optimale. Cette technique se distingue des méthodes conventionnelles où la **transsection du spongieux compromet la vascularisation axiale**, pouvant potentiellement entraîner des complications fonctionnelles. Les études récentes rapportent des **taux de succès élevés**, atteignant **93,2 % à 99 %** [108]. Ces résultats sont comparables aux techniques impliquant une transsection du corps spongieux, bien que le suivi des patients ayant bénéficié d'une approche préservant l'anatomie vasculaire soit généralement plus court [109]. Une méta-analyse récente a confirmé l'**absence de différence significative** en termes de récidive sténotique entre les méthodes avec et sans transsection du spongieux [110]. Ces données suggèrent que l'**urétroplastie sans transsection** constitue une alternative efficace, tout en limitant les risques de complications vasculaires et neurogènes associés aux techniques conventionnelles.

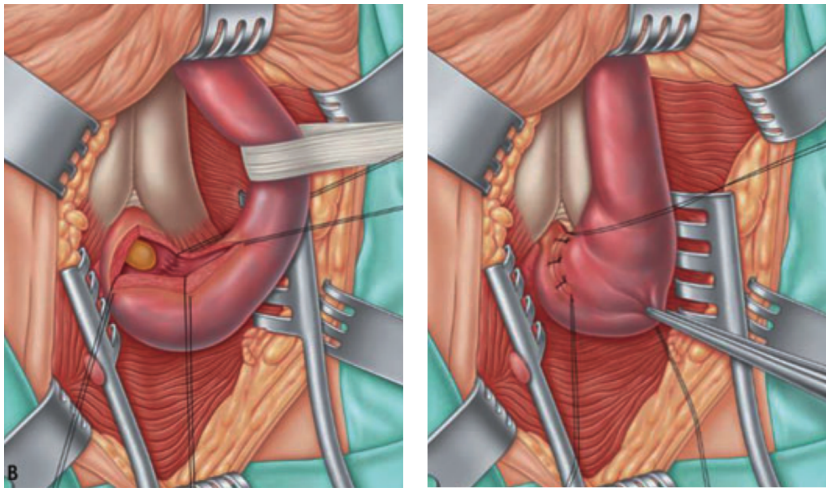


FIGURE 1.17 – Schéma illustrant une UST du corps spongieux [111].

1.10.4.3 Urétroplastie d'augmentation avec greffe

Les techniques d'augmentation urétrale **onlay** et **inlay** se définissent par la position du greffon par rapport à la lumière urétrale :

- **Onlay** : Le tissu de substitution est fixé en surajout externe, suturé à la muqueuse après incision longitudinale de l'urètre.
- **Inlay** : Le greffon est intégré en position intraluminale.

La position du greffon peut être **ventrale, dorsale ou latérale**, selon les caractéristiques anatomiques et les préférences chirurgicales [112].

• Choix de l'approche selon la localisation

La **voie dorsale** est applicable à l'ensemble des sténoses bulbaires, quelle que soit leur localisation (figure 1.18B). À l'inverse, la **voie ventrale** est réservée aux deux tiers distaux de l'urètre bulbaire en raison de contraintes anatomiques, et nécessite une épaisseur minimale du corps spongieux de **15 mm** afin d'assurer la stabilité du greffon et de limiter le risque d'ischémie [113].

• Mise en place du greffon

Elles comprennent deux variantes principales. Dans l'**onlay ventral (OV)**, une incision longitudinale est réalisée sur la face ventrale de l'urètre, centrée sur la sténose ; le greffon est suturé directement à la muqueuse urétrale puis recouvert par le tissu spongieux préservé (voir figure 1.18 A). Dans l'**onlay dorsal (OD)**, l'élargissement est obtenu en fixant un greffon sur la face dorsale de l'urètre ; le tissu de substitution est d'abord ancré à l'albuginée des corps caverneux, puis suturé à la muqueuse urétrale (voir figure 1.18 B).

• Résultats et comparaison des techniques

Aucune différence significative n'est observée entre l'**onlay dorsal (OD)** et l'**onlay ventral (OV)**, avec une perméabilité de 90–92,5 % à 12 mois. Les urétroplasties **onlay dorsal (OD)** et **onlay ventral (OV)** présentent des **taux de perméabilité urétrale comparables** dans le traitement des sténoses longues et courtes :

- **Sténoses longues** : 88–91 % de succès à 12–40 mois [108].
- **Sténoses courtes** : 87 % (résultats similaires aux 88 % des résections-anastomoses).

• Comparaison globale [114]

Pour l'OD, les complications globales varient de 0 à 22,4 % (moyenne 7,5 %) et le taux de récidive de 0 à 32 %, survenant majoritairement au cours des **deux premières années** (57–66 %) ; sur le plan fonctionnel, la dysfonction érectile est rapportée entre 0 et 12,1 % et les gouttes post-mictionnelles entre 0 et 28,1 %. Pour l'OV, les complications globales sont mentionnées entre 0 et 7,4 % (moyenne 15 %), avec un taux de récidive de 5,6 à 25,7 % et un délai moyen d'environ 10 mois ; les complications fonctionnelles comprennent une dysfonction éjaculatoire à 24 %, des gouttes post-mictionnelles à 20–21 % et une dysfonction érectile rare (1,7 % dans une étude de cas).

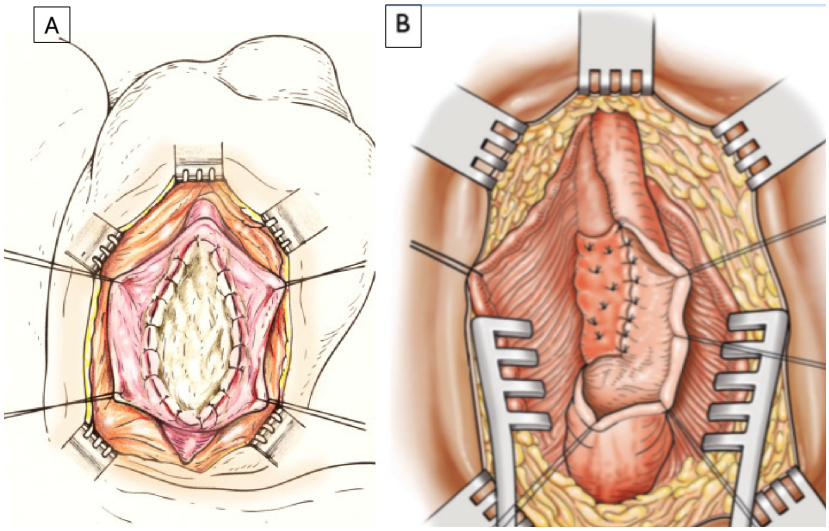


Figure 1.18 – Techniques d'augmentation urétrale : (A) Onlay ventral, (B) Onlay dorsal. [115, 116]

1.10.4.4 Urétroplastie augmentée par Résection-Anastomose

Cette technique hybride est indiquée dans des situations complexes, notamment lorsque la sténose est **étendue** ou **très serrée**. Son principe repose sur la combinaison d'une résection du segment pathologique, puis élargissement de la lumière par un greffon en dorsal.

Deux stratégies chirurgicales sont possibles :

Avec transection du corps spongieux :

— Après résection complète du segment urétral pathologique, une **transection du corps spongieux** est réalisée, suivie d'une **anastomose des extrémités spatulées**.

— Cette approche permet de restaurer la continuité anatomique, mais elle interrompt la vascularisation axiale du spongieux, ce qui peut augmenter le risque de complications fonctionnelles.

Sans transection du corps spongieux :

— Une alternative consiste à **limiter la résection à la muqueuse urétrale malade**, sans toucher au corps spongieux.

— Une **anastomose muqueuse-muqueuse** est alors réalisée, avec un **élargissement de la face opposée par un greffon en onlay**, préservant ainsi l'intégrité vasculaire et diminuant les risques de complications neurovasculaires.

• Résultats selon la technique utilisée

— **Avec transection** : **Taux de succès** : 90–93 % sur 28–41 mois de suivi [117].

— **Risque de récidive** : Multiplié par **4,8** par rapport à l'onlay dorsal (OD) [118].

— **Sans transection** : **Perméabilité urétrale** : 93–100 % à 13 mois–2,3 ans [119, 120].
Avantage principal : Réduction des séquelles érectiles grâce à la préservation du corps spongieux.

1.10.4.5 Urétroplastie en plusieurs temps

L'**urétroplastie en deux temps** est une approche chirurgicale indiquée dans les sténoses complexes, notamment lorsque les tissus sont sévèrement altérés, fibreux. Cette technique trouve son origine dans le **procédé de Johanson** [121], qui repose sur une reconstruction progressive de l'urètre en plusieurs étapes.

Classiquement désignée sous le nom d'« urétroplastie en deux temps », cette stratégie chirurgicale peut en réalité évoluer vers une prise en charge en **plusieurs temps opératoires**. En effet, des réinterventions sont rapportées dans 0 à 20 % des cas après le premier temps, le plus souvent en raison d'une rétraction du greffon ou d'une mauvaise cicatrisation [122]. Ainsi, il est aujourd'hui admis que le terme « *urétroplastie en plusieurs temps* » (*staged urethroplasty*) est plus approprié, car il reflète mieux la réalité clinique et la nécessité fréquente d'adaptations successives en fonction de l'évolution locale et de la réponse tissulaire.

• Premier temps :

— Réalisation d'une **urétrostomie périnéale** avec mise à plat de la sténose sur toute sa longueur.

— Suture de l'urètre proximal et distal à la peau pour créer une **dérivation urinaire temporaire**.

— Application ou non d'un **greffon muqueux ou cutané** sur la face ventrale des corps caverneux afin de préparer la reconstruction à un deuxième temps de tubulisaiton. [123].

• Deuxième temps ($\geq$ 3 mois après)

— **Tubulisation** : fermeture de l'urètre marsupialisé pour restaurer la continuité urétrale.

— Enfouissement progressif de la gouttière urétrale sous le tissu sous-cutané, selon le principe de **Denis Browne**.

— Adaptation de la reconstruction en fonction de la cicatrisation et de l'état tissulaire [112].

Plusieurs variantes de cette approche ont été développées selon la localisation de la sténose et le type d'incision cutanée, notamment :

— **Technique de Bengt Johanson (1953)** : mise à plat de la sténose sur toute sa longueur avec urètrostomie périnéale, suivie d'une suture de l'urètre sain d'amont à la peau. Le deuxième

temps consiste à refermer l'urètre marsupialisé en l'enfouissant sous le tissu sous-cutané et la peau, selon le principe de Denis Browne.
- **Technique de Turner-Warwick (1960)**.
- **Technique de Leadbetter (1960)**.
- **Technique de Vernet-Blandy (1966)**.
- **Technique de Bracka (1995)** : initialement développée pour la reconstruction de l'urètre chez les patients présentant des hypospadias sévères, cette technique en deux temps est également appliquée aux sténoses urétrales complexes. Le premier temps consiste en une mise à plat et la création d'une nouvelle plaque urétrale à l'aide d'un greffon libre, généralement prélevé de la muqueuse buccale ou du prépuce interne. Après une période de 6 mois, le greffon est tubulisé pour former une néo-urètre fonctionnelle, rétablissant ainsi la continuité urétrale [124].

Cette approche en deux temps permet une évaluation progressive de la viabilité tissulaire et offre des options de reconstruction adaptées aux spécificités anatomiques et pathologiques de chaque patient. Cependant, elle nécessite une collaboration étroite entre le patient et le chirurgien pour la planification et la réalisation du deuxième temps opératoire.

• Résultats cliniques et complications Cette approche est adaptée aux sténoses complexes — longues, récidivantes ou sur tissus fibrosés — et permet une évaluation progressive de la viabilité tissulaire. En contrepartie, elle expose à une morbidité non négligeable, tant fonctionnelle qu'anatomique, et exige une collaboration étroite entre le patient et le chirurgien pour planifier le second temps opératoire.

○ **Perméabilité urétrale** :
- Taux de succès variant de 33,3 à 94,6 % pour un suivi moyen de 11 à 50 mois [108].

○ **Complications** :
- **Premier temps** : Taux de révision de 19 % (déhiscence, infection) [123].
- **Deuxième temps** :
  - Gouttes post-mictionnelles : 14–18 %.
  - Incontinence d'effort : 16 %.
  - Courbure pénienne : 9 %.
  - Dysfonction érectile : 4 %.
  - Diverticule urétral : 1 %.
  - Hypoesthésie du gland (*gland froid*) [109].

○ **Satisfaction des patients** :
- 96,6 % des patients se déclarent satisfaits malgré les complications [125].
- 19 à 45,5 % des patients renoncent au deuxième temps, souvent en raison d'une amélioration suffisante après le premier temps [123].

1.10.4.6 Urètrostomie périnéale

• L'urétrostomie périnéale est une procédure chirurgicale permettant de dériver le flux urinaire via une ouverture créée entre l'urètre et le périnée, de manière **temporaire ou définitive**. Cette approche est indiquée notamment dans les cas de sténoses urétrales complexes, d'échecs de reconstruction urétrale ou en présence de pathologies malignes nécessitant une dérivation permanente.

• Technique opératoire :

— Levée d'un **lambeau cutané périnéo-scrotal en U inversé**, préservant sa vascularisation afin d'assurer une viabilité optimale.
— **Urétrotomie ventrale longitudinale** pour exposer et préparer l'anastomose.
— **Anastomose de la pointe du lambeau** à l'extrémité proximale de l'urétrotomie, permettant d'élargir le calibre urétral tout en garantissant une fermeture étanche.

• Résultats cliniques de l'urétrostomie périnéale

Taux de succès :

— 70–95 % pour un suivi médian/moyen de 9 à 63 mois, selon les séries [108].

Satisfaction des patients :

— 97,1 % rapportent une amélioration significative de leur qualité de vie, sans altération de la fonction sexuelle [126].

• Profil de complications

— 2,5–11 %, principalement des événements mineurs.
— Troubles de cicatrisation, abcès, infections localisées, douleurs postopératoires.
— Fuites post-mictionnelles : Observées dans 30,8 % des cas avec la technique du lambeau en U [109].

• Facteurs de risque influençant le succès [108]

Les principaux facteurs de risque incluent des **étiologies complexes** — lichen scléro-atrophique, sténoses post-traumatiques ou infectieuses —, des **antécédents défavorables** tels que des échecs de traitements antérieurs (chirurgie, dilatations itératives), ainsi que des **paramètres démographiques** comme l'âge avancé, généralement associé à une moindre capacité de récupération tissulaire [108].

1.10.5 Sources tissulaires en urétroplastie

L'urétroplastie peut être réalisée en utilisant différentes sources tissulaires, adaptées à la nature et à la localisation de la sténose :

— **L'urétroplastie par lambeau pédiculé** (vascularisé).
— **L'urétroplastie par greffe libre** (non vascularisée).
— **L'urétroplastie par greffon issu de cultures cellulaires** (technique en développement).

1.10.5.1 Lambeaux Pédiculés

Les **lambeaux pédiculés** sont des tissus autosuffisants en vascularisation, réduisant ainsi la dépendance aux tissus environnants et minimisant les risques infectieux. Ils sont particulièrement indiqués dans les reconstructions complexes de l'urètre pénien et bulbaire.

• Types de lambeaux :

— **Lambeau transversal pénien** : Utilise la peau distale de la verge, initialement décrit pour la réparation des hypospadias (**Technique de Duckett**) [127].
— **Lambeau pénien longitudinal** :
  — **Type Orandi** : Lambeau retourné et suturé sur une urétrotomie ventrale, idéal pour les réinterventions sur l'urètre pénien [128].
  — **Lambeau dorsal (Perovic)** : Prélevé à la face dorsale du pénis et transposé ventralement via une boutonnière pédiculaire [129].

- **Lambeau scrotal (Blandy)** : Issu du sommet d'une incision en U inversé, pédiculé sur le dartos [130].

• **Matériaux historiques et alternatives** :

- **Peau scrotale** : Moins utilisée aujourd'hui en raison des risques de complications (pilosité, infections).
- **Prépuce, peau dorsale pénienne** : Privilégiés pour leur élasticité et leur faible morbidité.
- **Alternatives rares** : Muqueuse vésicale, fascia lata, ou tunique vaginale testiculaire, réservées aux cas complexes .

1.10.5.2 Greffe de Muqueuse Buccale

• **Avantages clés** [131, 132] :

- Épithélium épais et lamina propria bien vascularisée, favorisant la prise du greffon.
- Facilité de manipulation, large disponibilité et faible risque infectieux.

• **Protocole de prélèvement** :

- **Choix du site** :
  - **Muqueuse jugale** (face interne des joues) : Site de référence pour les greffons larges (jusqu'à 25 × 65 mm).
  - **Muqueuse linguale ou labiale** : Alternatives en cas de besoin complémentaire, malgré leurs limites (finesse, risque de rétraction).
- **Technique chirurgicale** :
  - Anesthésie nasotrachéale et antibioprophylaxie spécifique.
  - Infiltration à la xylocaïne adrénalinée pour minimiser les saignements.
  - Prélèvement au bistouri froid, sans fermeture systématique de la joue (prévention des lésions du canal de Sténon).
- **Préparation du greffon** :
  - Élimination des tissus sous-muqueux (graisse, glandes salivaires).
  - Conservation en sérum physiologique avant implantation.

• **Considérations techniques** :

- **Rétraction du greffon** : Anticiper une réduction de 30 % de la taille initiale.
- **Calcul des dimensions** : Prévoir 25 mm de largeur pour un calibre urétral final de Ch 22.

1.10.5.3 Ingénierie Tissulaire

Les greffons issus de **cultures de cellules buccales** représentent une avancée prometteuse dans le domaine de l'urétroplastie. Cette technique vise à reproduire une muqueuse urétrale fonctionnelle in vitro, réduisant ainsi les morbidités liées aux prélèvements autologues. Bien qu'encore à un stade expérimental, elle pourrait, à terme, constituer une alternative aux techniques classiques de greffe.

Tableau 1.2 – Comparaison des Différentes Sources Tissulaires en Urétroplastie.

Critère	Lambeaux Pédiculés	Greffes Buccales
Vascularisation	Autonome	Dépendante du lit receveur
Complexité	Élevée (dissection précise)	Modérée
Morbidité	Risque de nécrose	Complications buccales mineures
Disponibilité Tissulaire	Limitée aux zones de prélèvement adaptées	Large disponibilité de la muqueuse buccale

1.11 Suivi et surveillance

Le suivi après une chirurgie urétrale vise à identifier précocement les complications (34-38 % des cas) [108] et les récidives de sténose [120], tout en évaluant la qualité de vie du patient. Bien que la majorité des événements indésirables soient mineurs (grades 1-2 de Clavien, voir tableau 1.3) dans plus de 90 % des cas [133], une surveillance structurée reste cruciale pour adapter la prise en charge.

Tableau 1.3 – Classification de Clavien et Dindo.

Grade	Définition
I	Toute déviation par rapport au cours postopératoire normal sans nécessité de traitement pharmacologique ou d'intervention chirurgicale, endoscopique ou radiologique. Les traitements autorisés comprennent les antiémétiques, antipyrétiques, analgésiques, diurétiques, électrolytes et la physiothérapie. Ce grade inclut également les infections de plaie traitées au chevet du patient.
II	Complications nécessitant un traitement pharmacologique avec des médicaments autres que ceux autorisés pour le grade I. Les transfusions sanguines et la nutrition parentérale totale sont également incluses.
III	Complications nécessitant une intervention chirurgicale, endoscopique ou radiologique.
IIIa	Intervention sans anesthésie générale.
IIIb	Intervention sous anesthésie générale.
IV	Complications mettant en jeu le pronostic vital, nécessitant des soins intensifs.
IVa	Défaillance d'un seul organe (y compris la dialyse).
IVb	Défaillance multiviscérale.
V	Décès du patient.

1.11.1 Définition du succès postopératoire

1.11.1.1 Définitions classiques et limites

Historiquement, le succès post-opératoire d'une urétroplastie a été défini comme « ***l'absence de toute réintervention nécessaire pour traiter une récidive de la sténose*** » [134]. Bien que cette définition soit largement adoptée, elle présente certaines limites, notamment en excluant les **récidives**

asymptomatiques ainsi que les patients symptomatiques qui refusent une nouvelle intervention. De plus, la notion même de **réintervention** reste sujette à interprétation. Pour certains, le recours à un traitement endoscopique ne constitue pas un échec mais un succès thérapeutique partiel, tandis que d'autres considèrent que seule la nécessité d'une **nouvelle urétroplastie** peut être qualifiée d'échec [135]. Cette variabilité dans les critères d'évaluation souligne la nécessité d'une définition plus standardisée du succès post-opératoire en urétroplastie.

1.11.1.2 Critères de succès après urétroplastie

Les données de Trauma and Urologic Reconstructive Network of Surgeons (TURNS), qui regroupe 13 centres spécialisés en urétroplastie aux États-Unis, ont permis de mieux définir les critères de succès après cette intervention [136]. Ces critères se répartissent en deux grandes catégories : morphologiques et fonctionnels.

• Critères morphologiques L'évaluation anatomique repose sur la perméabilité de l'urètre et la nécessité d'une réintervention.

- **Réussite anatomique** : définie par la possibilité de faire passer de manière atraumatique un **urétrocystoscope souple de charrière 16**. Cette définition est plus stricte que l'absence de réintervention, car jusqu'à 35 % des récidives détectées par cystoscopie après une urétroplastie bulbaire sont asymptomatiques et auraient été considérées comme des succès selon des critères moins rigoureux.
- **Échec anatomique** : toutes les récidives anatomiques ne nécessitent pas une prise en charge immédiate. Une intervention est généralement indiquée en cas de :
  - Sténose symptomatique ou lumière urétrale < 14 Fr.
  - Nécessité d'une réintervention, même en l'absence de symptômes [134].

• Critères fonctionnels et subjectifs Ces dernières années, la définition du succès en chirurgie reconstructrice urétrale a évolué vers une approche centrée sur l'expérience et la satisfaction du patient. L'objectif ne se limite plus à la correction anatomique, mais vise également une amélioration globale de la qualité de vie. Les critères fonctionnels incluent :

- **Restauration d'une miction confortable**, avec un débit urinaire adéquat et l'absence de dysurie invalidante.
- **Préservation de la fonction sexuelle**, en évitant les complications telles que la dysfonction érectile ou l'éjaculation rétrograde.
- **Amélioration des symptômes urinaires**, avec une réduction des infections urinaires récurrentes et une diminution du résidu post-mictionnel [137].

Ainsi, l'évaluation du succès après urétroplastie doit être globale, intégrant à la fois des critères objectifs et des paramètres subjectifs, afin d'assurer une prise en charge optimale des patients.

1.11.2 Paradoxes des résultats cliniques

Même en cas de **réussite technique** (urètre perméable et stable), plusieurs facteurs peuvent altérer la satisfaction du patient, soulignant ainsi la complexité de l'évaluation des résultats en urétroplastie [134].

• Facteurs influençant la satisfaction post-opératoire

- **Douleurs résiduelles** : persistance de gênes urétrales ou périnéales.

- **Dysfonctions sexuelles** : troubles érectiles, troubles éjaculatoires ou altération de la sensibilité.
- **Perception d'échec fonctionnel** : impression d'absence d'amélioration malgré des critères cliniques favorables.

• Succès anatomique ≠ satisfaction du patient Les résultats cliniques montrent une discordance entre la réussite anatomique et la perception subjective des patients [138] :

- **78,3 %** des patients considérés en succès clinique (perméabilité confirmée) se déclarent satisfaits.
- **80 %** des patients en situation d'« échec » (nécessitant une réintervention) jugent cependant leur résultat acceptable.

• Principales sources d'insatisfaction

- **Courbure pénienne** et impression de **raccourcissement du pénis**.
- **Altérations de la fonction érectile** postopératoire.

• Nécessité d'une évaluation holistique L'évaluation du succès en urétroplastie ne peut se limiter aux seuls critères anatomiques. Une approche globale du suivi postopératoire est indispensable, combinant :

- **Contrôle anatomique** : via l'imagerie (**urétrocystographie rétrograde et mictionnelle, échographie**) ou l'**endoscopie** pour objectiver la perméabilité.
- **Analyse fonctionnelle** : évaluation par **débitmétrie urinaire** et mesure du **résidu postmictionnel**. Une analyse multivariée menée sur 267 patients a montré que les paramètres de débitmétrie urinaire (**Qmax**) n'influençaient pas significativement la satisfaction postopératoire [138].
- **Questionnaires PROMs (Patient-Reported Outcome Measures)** : permettant d'évaluer la **qualité de vie**, la **fonction sexuelle** et l'**impact psychosocial** de la chirurgie [66, 134].

Ainsi, une approche intégrée prenant en compte les aspects **anatomiques, fonctionnels et subjectifs** est essentielle pour une évaluation objective et complète des résultats après urétroplastie.

1.11.3 Méthodes et outils de suivi postopératoire

[108, 120]

1.11.3.1 Calendrier de surveillance

• Période critique : première année

- Médiane de récidive après urétroplastie bulbaire : **10 mois**.
- **55,4 % à 96 %** des récidives détectées dans les **12 premiers mois** [67].

• Suivi à long terme

- **23 %** des récidives surviennent durant la **deuxième année**.
- **Récidives tardives** (> 5 ans) observées dans **15 %** des cas, en particulier après greffes cutanées.

1.11.3.2 Outils diagnostiques

- **Calibrage urétral** : À utiliser avec prudence, une sténose souple pouvant être involontairement dilatée lors de la manipulation, faussant ainsi les résultats.
- **Urétrocystoscopie** : **Gold standard** pour la confirmation d'une récidive, permettant de détecter **35 %** de cas asymptomatiques.
- **Urétrographie rétrograde et cystographie mictionnelle** : techniques combinées pour une cartographie précise de l'urètre.
- **Échographie urétrale** : alternative non invasive, particulièrement efficace pour le diagnostic des récidives.

1.11.3.3 Outils de dépistage des récidives

• Débitmétrie urinaire (Qmax)

- Sensibilité de **92 %**, spécificité de **78 %** pour une variation $\leq$ 10 ml/s.
- Limites : influencée par l'**hyperplasie bénigne de la prostate (HBP)** ou une **dysfonction vésicale** associée.

• Volume résiduel post-mictionnel

- Augmenté en cas de récidive, mais manque de fiabilité en tant qu'indicateur isolé.

• Questionnaires de symptômes

- **IPSS** : amélioration moyenne de **11 points** après une prise en charge réussie.
- **VPSS** : alternative adaptée aux patients peu instruits, avec une bonne corrélation avec le **Qmax**.
- **USS-PROM** : évalue spécifiquement l'impact **psychosocial** et la **qualité de vie**.

1.11.4 Complications post-opératoires

Les résultats fonctionnels et les taux de récidive après urétroplastie doivent être clairement communiqués aux patients dans le cadre du consentement éclairé.

Lors du **prélèvement de muqueuse buccale**, il est essentiel d'informer le patient des complications potentielles, bien que généralement transitoires.

1.11.4.1 Complications au site donneur (cavité buccale)

• Complications précoces ($\leq$ 30 jours)

- **Douleur postopératoire** : Fréquente, généralement contrôlée par des antalgiques (paracétamol, AINS) [139].
- **Saignements** :
  - **Saignement en nappe du muscle buccinateur** : incidence inférieure à 1 %, pouvant être limité par une infiltration d'articaïne en début d'intervention [140].
  - **Suintement postopératoire** : réduit par une infiltration adéquate.
- **Hypoesthésie transitoire** : observée chez jusqu'à 40 % des patients en post-opératoire précoce [63].
- **Infection locale** : Exceptionnelle, prévenue par une antibioprophylaxie peropératoire.
- **Troubles sensitifs** :
  - Hypoesthésie temporaire de la lèvre ou de la joue (20–30 %), résolutive en 3–6 mois [63].

- Dysgueusie (altération du goût) en cas de prélèvement lingual [141].

• Complications tardives (> 30 jours)

- **Xérostomie** : secondaire à une atteinte des glandes salivaires accessoires, notamment du canal de Sténon, survenant dans 4,2 % des cas [63, 142], parfois Transitoire, résolutive en 1 mois [143].
- **Rétraction cicatricielle** : **Limitation de l'ouverture buccale** : présente dans 4,5 % des cas, pouvant temporairement gêner la mastication et l'élocution [142].
- **Facteurs favorisant la limitation persistante de l'ouverture buccale** :
  - Dissection trop antérieure, ne respectant pas la distance de sécurité de 5 mm avec la commissure labiale.
  - Atteinte du muscle buccinateur, favorisant une cicatrice fibreuse (3 % des cas) [140].
- **Massage et étirements musculaires** : efficaces pour restaurer une ouverture buccale normale [144].
- L'inconfort masticatoire peut durer jusqu'à quatre semaines, mais aucune atteinte neurosensorielle majeure n'a été rapportée, contrairement au prélèvement labial.

• Facteurs de risque de complications

Facteurs liés au patient

- Tabagisme, diabète, obésité (altération de la vascularisation du greffon).

Facteurs techniques

- Ischémie du greffon : Mauvaise préparation du lit receveur ou compression postopératoire.
- Tension excessive : Sutures trop serrées ou mobilisation insuffisante de l'urètre.

• Stratégies de prévention

Optimisation préopératoire

- Sevrage tabagique, équilibre glycémique.

Technique chirurgicale

- Prélèvement précis : Éviter les prélèvements bilatéraux larges pour limiter la rétraction buccale.
- Fixation rigoureuse : Ancrage du greffon sur un lit bien vascularisé (corps spongieux ou caverneux).

1.11.4.2 Complications au site receveur (urètre)

• Complications structurelles

- **Récidive de sténose** :
  - Taux de récidive : 5 à 20 % pour les sténoses courtes et 20 à 30 % pour les sténoses longues à 5 ans [112, 138].
  - **Facteurs influençant les résultats** :
    - **Urètre bulbaire** : Meilleurs taux de perméabilité en raison d'un environnement anatomique favorable.

  - **Urètre pénien** : Risque accru de complications en raison des contraintes mécaniques (érections, rapports sexuels).
- **Prise en charge** : Urétrotomie interne (IU) ou réintervention chirurgicale.
- **Fistule urétrale** :
  - Incidence : favorisée par une infection locale ou une ischémie du greffon.
  - Traitement : Fermeture spontanée ou réparation chirurgicale en deuxième intention.
- **Diverticule urétral** :
  - Cause : Sur-dimensionnement du greffon ou défaut de fixation.
  - Symptômes : Gouttes post-mictionnelles, infections urinaires récurrentes ou calcul intra-diverticulaire.

• Complications fonctionnelles

- **Troubles mictionnels** :
  - Dysurie souvent transitoire.
  - Incontinence d'effort surtout après urétroplastie postérieure.
- **Dysfonction érectile (DE) de novo** :
  - Incidence médiane estimée à 1 %, avec des variations entre 1 % et 38 % [145].
  - Résolution spontanée des symptômes dans 86 % des cas au cours des six premiers mois [64].
  - Risque plus élevé après une résection-anastomose qu'après une greffe de muqueuse buccale [146].
- **Courbure pénienne** en cas de greffe pénienne.

1.11.4.3 Complications infectieuses

- Infections urinaires et abcès locaux.
- Traitement : Antibiothérapie et drainage si nécessaire.

Chapitre 2

PROBLÉMATIQUES ET OBJECTIFS

2.1 Contexte général

L'**épidémiologie** des **SU** demeure imparfaitement définie à l'échelle mondiale, en raison de la diversité des **étiologies** et des importantes **disparités géographiques** [1]. Néanmoins, les données disponibles permettent d'en apprécier le poids clinique et sanitaire. La prévalence globale est estimée à environ **0,9 %** dans la population masculine [2], avec une incidence annuelle comprise entre **229 et 627 cas pour 100 000 hommes**, touchant préférentiellement les sujets de plus de **55 ans** [1].

L'impact sur les systèmes de santé est considérable, comme en témoignent les **1,5 million de consultations** et **5 000 hospitalisations annuelles** attribuables aux SU aux États-Unis, ainsi que les **16 000 urétrotomies internes** réalisées chaque année au Royaume-Uni [3].

Le rétrécissement urétral se caractérise par une évolution chronique et un fort potentiel récidivant.

En pratique clinique, les traitements endoscopiques itératifs (dilatations, urétrotomie interne), fréquemment utilisés en première intention, sont associés à des taux élevés de récidive. Leur répétition peut entraîner une aggravation iatrogène des lésions, avec allongement de la sténose et densification de la fibrose, illustrant l'adage clinique bien connu : *"once a stricture, always a stricture"*. Cette évolution peut conduire à une lumière urétrale infranchissable, constituant une véritable **impasse thérapeutique**.

Les conséquences de cette évolution sont sévères et multidimensionnelles. Sur le plan clinique, l'obstruction chronique expose à des complications graves telles que l'insuffisance rénale, les infections urinaires récidivantes, le sepsis, voire la gangrène de Fournier. Sur le plan fonctionnel, elle se traduit par une dysurie progressive, une rétention urinaire et peut aboutir à une décompensation vésicale irréversible. Les répercussions sur la fonction sexuelle, la qualité de vie, ainsi que le retentissement psychosocial et économique sont majeures [1, 41].

Face à ce constat, un changement de paradigme thérapeutique fondé sur des preuves solides s'est imposé. Les recommandations actuelles de l'**European Association of Urology (EAU)** et de l'**American Urological Association (AUA)** consacrent l'urétroplastie comme le traitement de référence pour obtenir des résultats durables, avec des taux de succès supérieurs à long terme par rapport aux approches endoscopiques répétées. Dans ce cadre, l'urétroplastie par **greffe de muqueuse buccale** s'est imposée comme le *gold standard* pour la reconstruction des sténoses complexes, en raison de ses propriétés tissulaires optimales [4, 5].

2.2 Contexte spécifique

La répartition et les causes des sténoses urétrales présentent des **spécificités géographiques marquées**. Dans le contexte algérien, il n'existe à ce jour **aucune étude épidémiologique nationale structurée** permettant de caractériser précisément cette pathologie. Les observations cliniques locales suggèrent toutefois un profil étiologique dominé par les **causes infectieuses et traumatiques**, à l'image de ce qui est rapporté dans d'autres pays à ressources limitées [42].

Cette absence de données locales contraste avec une **réalité clinique préoccupante**. Dans notre pratique quotidienne, le diagnostic est souvent tardif et la prise en charge initiale repose fréquemment sur la **répétition de gestes endoscopiques palliatifs**, retardant l'orientation vers la chirurgie reconstructrice. Ce parcours de soins conduit à l'émergence d'une population spécifique de patients **multi-opérés**, présentant des lésions urétrales complexes, souvent mutilées, avec une lumière urétrale fréquemment **infranchissable**. Chez ces patients, l'errance thérapeutique se solde le plus souvent par le **maintien prolongé d'une cystostomie sus-pubienne**, parfois pendant plusieurs années, avec une altération majeure de la qualité de vie et un vécu de **véritable impasse thérapeutique**.

Or, cette population dite « extrême » demeure **largement sous-représentée dans les grandes séries chirurgicales internationales**, lesquelles incluent majoritairement des sténoses de complexité intermédiaire. Il en résulte un **déficit critique de données applicables à notre contexte** concernant le profil réel de ces patients, la faisabilité des techniques reconstructrices complexes et leurs résultats dans un **écosystème de soins aux contraintes spécifiques**.

2.3 Question de recherche

Compte tenu du décalage entre l'efficacité démontrée de l'urétroplastie par greffe de muqueuse buccale dans la littérature internationale et le **manque de données concernant son application chez les patients présentant des formes sévères et complexes**, tels que rencontrés dans notre pratique, la question suivante se pose :

> *Chez des patients porteurs de sténoses urétrales complexes en situation d'impasse thérapeutique — caractérisées par un urètre altéré, une lumière infranchissable et des antécédents de multiples échecs thérapeutiques — l'urétroplastie par greffe de muqueuse buccale est-elle réalisable et permet-elle d'obtenir des résultats anatomiques satisfaisants (perméabilité urétrale) et fonctionnels (rétablissement mictionnel) dans notre contexte clinique réel ?*

2.4 Hypothèse du travail

Nous formulons l'hypothèse que, malgré les spécificités du contexte local et la sévérité des lésions rencontrées, l'urétroplastie par greffe de muqueuse buccale est **réalisable** et permet d'obtenir des **résultats anatomiques et fonctionnels satisfaisants**, offrant ainsi une alternative thérapeutique crédible chez des patients en situation d'impasse.

2.5 Objectifs de la thèse

2.5.1 Objectif principal

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer les **résultats cliniques et fonctionnels** de l'urétroplastie par **greffe de muqueuse buccale** chez une cohorte de patients présentant des sténoses urétrales complexes dans notre centre.

2.5.2 Objectifs secondaires

- Décrire le profil épidémiologique, clinique, étiologique et anamnestique (nombre d'interventions antérieures, durée d'évolution) de cette population spécifique ;
- Évaluer les résultats post-opératoires selon une triple dimension ;
  - Anatomique : Perméabilité urétrale évaluée par urétrocystographie rétrograde et mictionnelle ou urétroscopie de contrôle.
  - Fonctionnelle : Amélioration des paramètres mictionnels (débitmétrie, score symptomatique IPSS), et l'absence de complications à court et moyen terme ;
  - Mesurer la satisfaction et le ressenti global des patients après la chirurgie à l'aide d'un **score d'évaluation adapté à notre population**.
- Identifier les facteurs pronostiques influençant le succès chirurgical.

2.6 Retombées attendues de l'étude

Sur le plan clinique, une prise en charge optimisée des sténoses urétrales complexes pourrait réduire le recours aux traitements itératifs, limiter les complications infectieuses et fonctionnelles, préserver le haut appareil urinaire et améliorer les résultats mictionnels, sexuels et reproductifs.

Sur le plan familial et social, elle pourrait contribuer à une amélioration de la qualité de vie des patients, à un allègement de la charge pesant sur l'entourage et à une meilleure réinsertion sociale et professionnelle.

Sur le plan économique, cette approche pourrait permettre une rationalisation des ressources de santé.

Enfin, sur le plan scientifique, ce travail vise à enrichir les données locales, à structurer l'expérience clinique nationale et à contribuer au développement de stratégies thérapeutiques adaptées à notre contexte.

Chapitre 3

MÉTHODOLOGIE

3.1 Type d'étude

Il s'agit d'une **étude observationnelle , de type série de cas, descriptive**, monocentrique, avec un suivi longitudinal prospectif.

3.2 Lieu et période de l'étude

L'étude s'est déroulée au niveau du service de chirurgie urologique et de transplantation rénale de l'EHS Daksi. Le recrutement des cas s'est fait au fur et à mesure, de janvier 2022 à janvier 2025.

3.3 Population d'étude

3.3.1 Population cible

Les malades qui présentent un rétrécissement urétral, infranchissable ou très faiblement perméable, nécessitant la mise en place d'un cathéter sus-pubien.

3.3.2 Population source

Les malades qui présentent un rétrécissement urétral, infranchissable ou très faiblement perméable, nécessitant la mise en place d'un cathéter sus-pubien, pris en charge au niveau du service de chirurgie urologique et de transplantation rénale de l'EHS Daksi durant la période de l'étude et répondant aux critères d'éligibilité.

3.3.2.1 Critères d'inclusion

- Patients de sexe masculin âgés de 16 ans et plus.
- Présence confirmée d'une sténose ou d'un rétrécissement urétral, **infranchissable ou très faiblement perméable**, nécessitant la mise en place d'un cathéter sus-pubien.
- Lésion située en un point quelconque de l'urètre, à l'exclusion de l'urètre prostatique. Étaient notamment concernées :
  - **Sténoses bulbo-membraneuses** :
    - Sténoses longues ($\geq$ 2 cm).

    - Sténoses courtes ($<$ 2 cm), infranchissable ou très faiblement perméable ou récidivante après traitement endoscopique.
  - **Sténoses péniennes et de la fossette naviculaire**.
- Avoir fourni un consentement éclairé écrit, spécifique à la procédure chirurgicale et à la participation à l'étude de suivi.

3.3.2.2 Critères de non-inclusion

- Refus du patient quant à la possibilité d'un recours à une reconstruction en plusieurs temps.
- Présence d'une sténose urétrale symptomatique mais ne justifiant pas la mise en place d'un cathéter sus-pubien.
- Sténoses traumatiques de l'urètre membraneux secondaires à une fracture du bassin.
- Sténoses post-prostatectomie radicale ou post-radiothérapie.
- Taux élevé de PSA nécessitant une exploration complémentaire préalable afin d'exclure une pathologie prostatique sous-jacente.

3.4 L'échantillon

L'étude a inclus de manière exhaustive tous les patients consécutifs opérés pour une sténose urétrale complexe et répondant aux critères d'inclusion, sur la période définie. La série est ainsi constituée de 30 patients.

3.5 Collecte des données

3.5.1 Outils de recueil des données

Les données ont été recueillies à l'aide d'une fiche de collecte standardisée, préalablement élaborée pour les besoins de l'étude. Cette fiche, structurée de manière chronologique, permettait un recueil systématique et homogène de l'ensemble des variables d'intérêt.

Elle intégrait d'abord les caractéristiques sociodémographiques des patients, notamment l'âge, la situation professionnelle et le niveau de vie. L'évaluation clinique et diagnostique comprenait le statut général (scores ECOG et ASA), les antécédents médico-chirurgicaux — en particulier urologiques —, l'examen clinique local (palpation urétrale, recherche de signes évocateurs de lichen scléreux), ainsi que les résultats des examens paracliniques préopératoires, incluant la débitmétrie urinaire, l'ECBU, le dosage du PSA et le bilan de la fonction rénale.

Les données peropératoires concernaient les paramètres chirurgicaux, notamment la date de l'intervention, la technique utilisée, la voie d'abord, la durée opératoire, ainsi que les caractéristiques du greffon de muqueuse buccale (dimensions, position). Une description anatomique précise de la sténose était également consignée, incluant son siège, sa longueur et sa largeur.

Les données postopératoires et de suivi immédiat permettaient d'évaluer les suites opératoires, en particulier la douleur (échelle EVA), l'état des sites donneur et receveur, les complications précoces (saignement, infection, déhiscence) ainsi que la durée d'hospitalisation. Les résultats fonctionnels comprenaient la date d'ablation de la sonde vésicale et du cathéter sus-pubien, ainsi que les paramètres débitmétriques postopératoires, notamment le Qmax mesuré à trois mois.

Enfin, le suivi à long terme documentait la survenue de complications tardives, telles que la resténose ou la fistule, ainsi que la durée totale de suivi pour chaque patient.

3.5.2 Modalité de collecte

Le recrutement des patients a été réalisé en consultation de chirurgie urologique. Les patients adressés pour une sténose urétrale complexe étaient systématiquement évalués. Ceux répondant à l'ensemble des critères d'éligibilité et ayant signé un consentement éclairé étaient inclus dans l'étude.

3.5.3 Calendrier de collecte des données

La collecte des données s'est déroulée de manière prospective et longitudinale, selon le calendrier suivant :

1. Préopératoire (J0 – Inclusion) :
   - Recueil des données démographiques et des antécédents.
   - Évaluation initiale du patient au moyen d'un questionnaire dédié portant sur :
     - La fonction mictionnelle : confort urinaire et perception de la force du jet.
     - La fonction sexuelle : satisfaction ou attentes, avec une option « non concerné » pour les patients ne souhaitant pas aborder ce sujet.
     - Le bien-être global : perception générale de la santé et retentissement psychologique de la maladie.
   - Programmation de l'intervention chirurgicale.
2. Peropératoire :
   - On complétait la fiche des données opératoires immédiatement après la procédure.
3. Postopératoire immédiat et suivi :
   - Suivi hospitalier : collecte quotidienne des données concernant les suites opératoires jusqu'à la sortie du patient.
   - Suivi ambulatoire à long terme : les patients étaient revus en consultation de contrôle à 3, 6 et 12 mois après l'intervention. Lors de ces visites, l'évaluation était renouvelée et complétée par :
     - Un examen clinique.
     - Une évaluation anatomo-fonctionnelle objective, et une évaluation subjective.

3.6 Critères de jugement retenus dans notre étude

Trois critères de jugement simples et adaptés à notre population ont été retenus :

3.6.1 Succès anatomique (SA)

Définit par le passage libre d'un cystoscope ou d'une sonde CH16 **jusqu'à la vessie**.

3.6.2 Succès fonctionnel (SF)

définit par la réunion des éléments suivants :

- Ablation du cathéter sus-pubien.
- Débit urinaire maximal $Q_{\max} > 10$ mL/s.
- Résidu post-mictionnel (RPM) ≤ 50 mL.
- Absence de réintervention endo-urologique ou chirurgicale durant le suivi.

3.6.3 Appréciation subjective du vécu et de la satisfaction du patient

Appréciée par un **score visuel simplifié**, inspiré du VPSS, conçu pour cette étude, le score **CURES** (***C**IRTA **U**rethral **R**econstruction **E**valuation **S**core*).

Le score CURES constitue un **critère de jugement subjectif secondaire**, introduit afin d'intégrer la **perception et le ressenti du patient** dans l'évaluation globale des résultats, en parallèle des critères anatomiques et fonctionnels objectifs.

Il ne s'agit pas d'un score validé, ni d'un outil destiné à une utilisation comparative ou à une généralisation externe. Son utilisation s'inscrit dans une **démarche descriptive et exploratoire**, spécifiquement adaptée à une population de patients présentant des sténoses urétrales complexes. En effet, les scores internationaux classiquement utilisés en urologie (IPSS, IIEF-5, PGI-I) se sont révélés inadaptés dans notre contexte, en raison notamment du port fréquent ou prolongé d'un cathéter sus-pubien, de situations d'errance thérapeutique prolongée, de contraintes socioculturelles et linguistiques, ainsi que de la grande variabilité des parcours urologiques.

Il repose sur trois dimensions :

— **Fonction mictionnelle** : confort urinaire et force du jet.
— **Fonction sexuelle** : satisfaction ou attentes, avec option « non concerné ».
— **Bien-être global** : perception générale et retentissement psychologique.

Deux versions complémentaires ont été utilisées :

— **CURES-preop** : documentant le ressenti initial du patient et servant de support à la discussion thérapeutique (voir annexe).
— **CURES-postop** : recueilli à 6 mois, évaluant le degré de satisfaction sur les mêmes dimensions (voir annexe).

3.7 Analyse des données et traitement graphique

L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide du logiciel **IBM SPSS Statistics**, après saisie, contrôle et validation de la base de données.

Dans un premier temps, une analyse descriptive a été conduite. Les variables qualitatives ont été exprimées en effectifs et en pourcentages. Les variables quantitatives ont été décrites par leur moyenne et leur écart-type lorsque la distribution était approximativement normale, ou par leur médiane et leur intervalle interquartile en cas de distribution non normale. La représentation graphique des données a reposé sur l'utilisation de diagrammes circulaires pour les proportions, d'histogrammes pour l'étude des distributions.

Dans un second temps, une analyse analytique a été réalisée afin d'explorer les associations entre les différentes variables. Les comparaisons entre variables qualitatives ont été effectuées à l'aide du test du Chi² de Pearson lorsque les conditions d'application étaient remplies, et du test exact de Fisher en cas d'effectifs théoriques insuffisants.

Les valeurs de p ont été interprétées conformément aux recommandations usuelles, permettant de qualifier le degré de significativité statistique des résultats observés.

La rédaction du manuscrit a été réalisée intégralement sous **LaTeX**, langage de composition scientifique reposant sur une logique de programmation, garantissant une structuration rigoureuse du document, une gestion automatisée des références bibliographiques, des figures et des tableaux, ainsi qu'une homogénéité typographique optimale. Ce mode de rédaction implique une compilation séquentielle du document et privilégie une production textuelle structurée et contrôlée, limitant les interventions manuelles directes sur le contenu. Le traitement graphique des figures et schémas a été effectué à l'aide d'outils graphiques. Les éléments visuels ont été redessinés, harmonisés et optimisés afin d'améliorer leur lisibilité et leur qualité scientifique, avec le recours ponctuel à des outils

d'optimisation assistée par intelligence artificielle pour l'ajustement des contrastes, des proportions et de la netteté, sans modification du contenu scientifique des données représentées.

3.8 Considérations éthiques

Les patients ont reçu une explication détaillée des objectifs, du protocole de l'étude, et des garanties d'anonymat et de confidentialité.

L'assentiment oral et le consentement éclairé ont été obtenus avant l'inclusion dans l'étude.

Cette étude a été conduite dans le cadre de la pratique clinique courante, aucune intervention chirurgicale nouvelle ou expérimentale n'a été introduite. La prise en charge des patients s'est effectuée conformément aux pratiques reconnues et validées, sans modification du *standard of care*.

Des outils numériques ont été utilisés de manière ponctuelle pour la traduction et l'amélioration linguistique de certains passages, sans intervention sur le contenu scientifique, le raisonnement méthodologique ou l'interprétation des résultats, lesquels relèvent exclusivement de l'auteur.

Chapitre 4

RÉSULTATS

4.1 Données démographiques générales

4.1.1 Âge des patients

L'âge médian des patients de notre série était de **59 ans** (âge minimal : **28 ans** ; âge maximal : **77 ans**). L'âge moyen était de **57,9 ± 12,1 ans**.

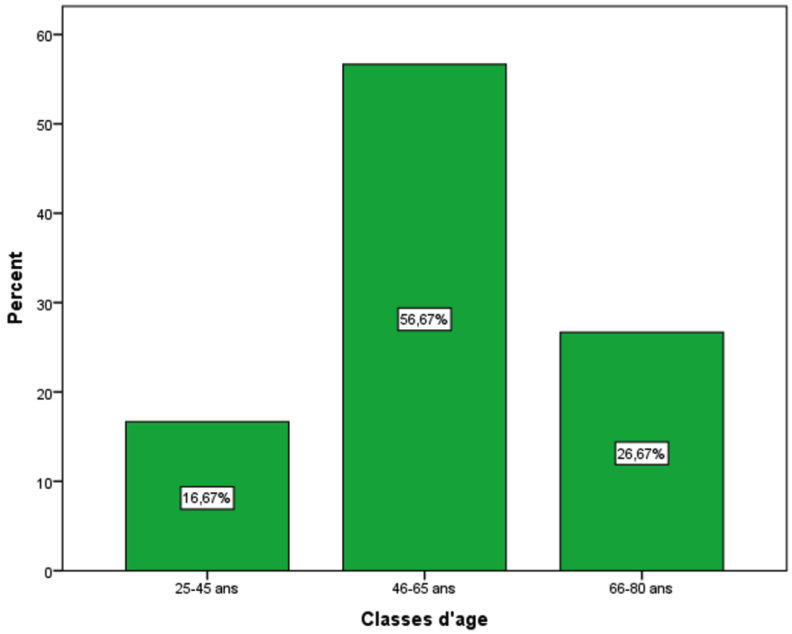


FIGURE 4.1 – Répartition des patients selon les classes d'âge.

4.1.2 Origine géographique des patients

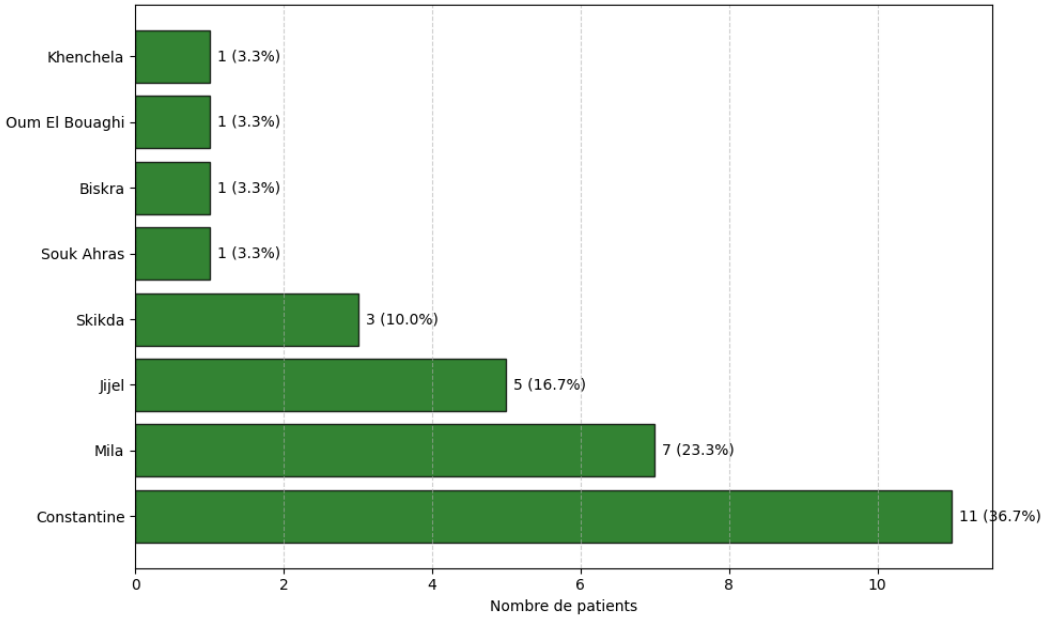


Figure 4.2 – Répartition des patients selon l'Origine géographique.

La majorité des patients provenaient de la wilaya de Constantine.

4.1.3 Situation matrimoniale

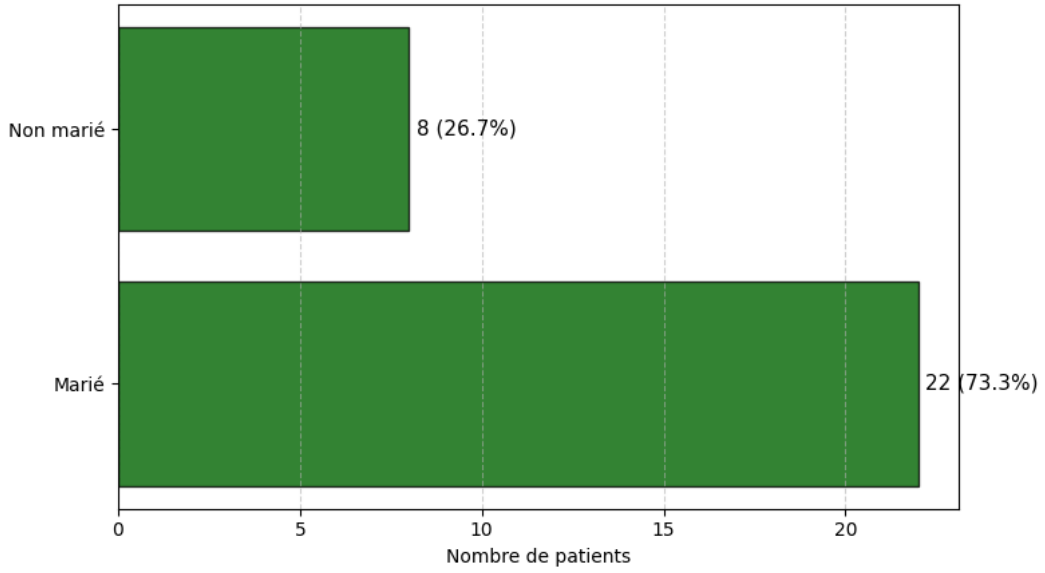


Figure 4.3 – Répartition des patients selon la situation matrimoniale.

Près des **trois quarts des patients étaient mariés**, les autres étant non mariés — 3 célibataires, 4 veufs et 1 divorcé.

4.1.4 Statut professionnel déclaré

Environ **un tiers** des patients étaient encore en pleine activité socio-professionnelle, dont un était créateur de contenu en ligne.

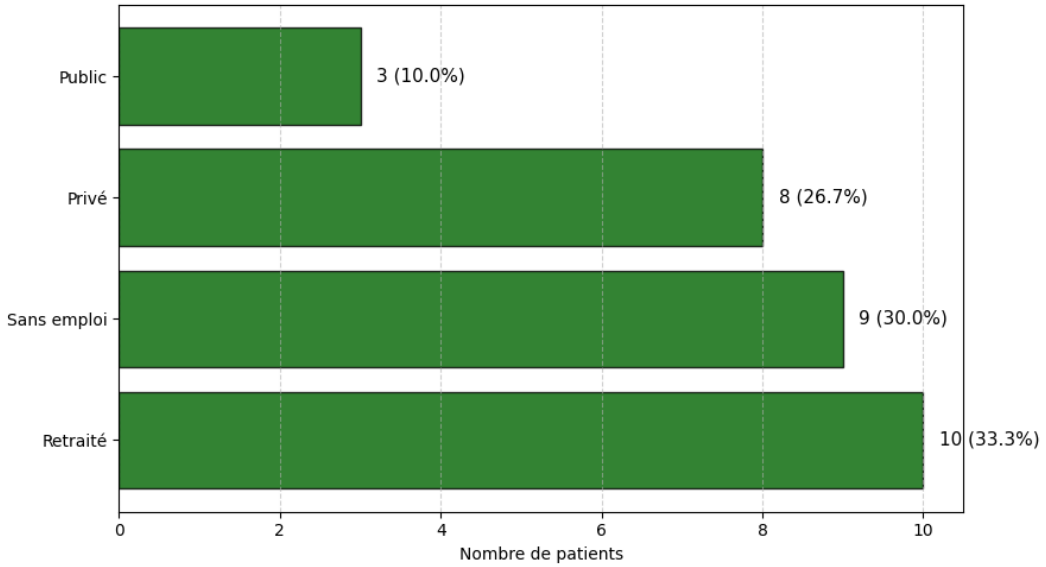


FIGURE 4.4 – Répartition des patients selon le statut professionnel déclaré.

4.1.5 Niveau d'instruction

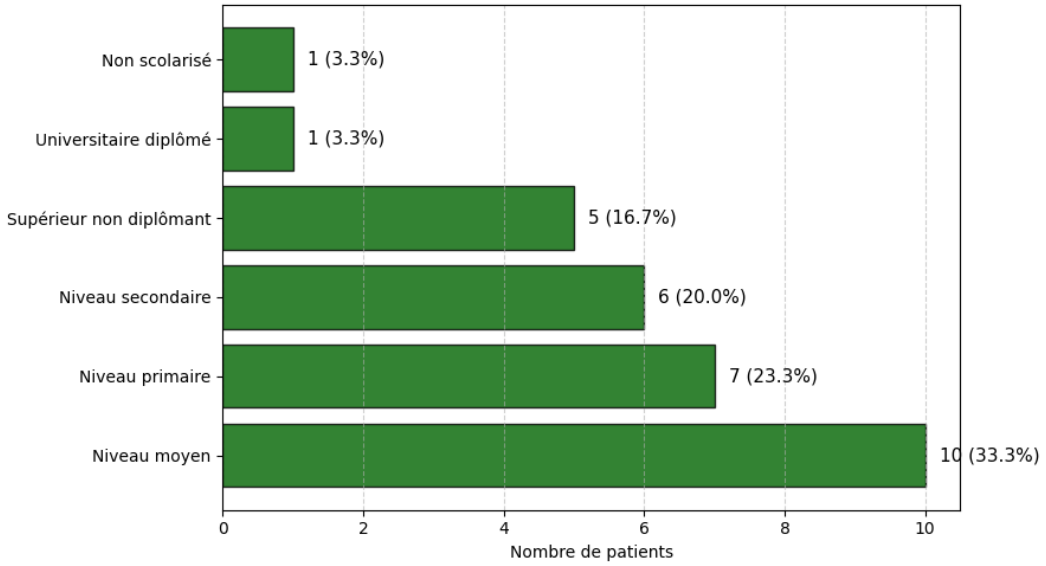


FIGURE 4.5 – Répartition des patients selon leur niveau d'instruction.

Environ le **quart des patients** avaient un niveau primaire ou non scolarisé.

4.2 Caractéristiques cliniques générales

4.2.1 Indice de masse corporelle (IMC)

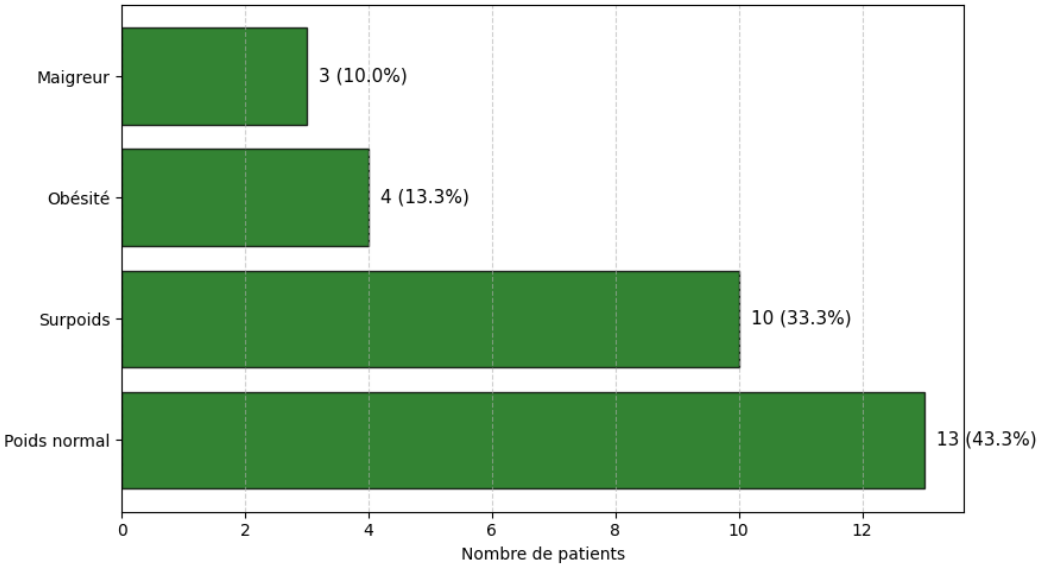


Figure 4.6 – Répartition des patients selon les catégories OMS de l'IMC.

Près de la **moitié** des patients présentaient un **surpoids ou une obésité** ($\approx 47\%$).

4.2.2 Antécédents médicaux et comorbidités associées

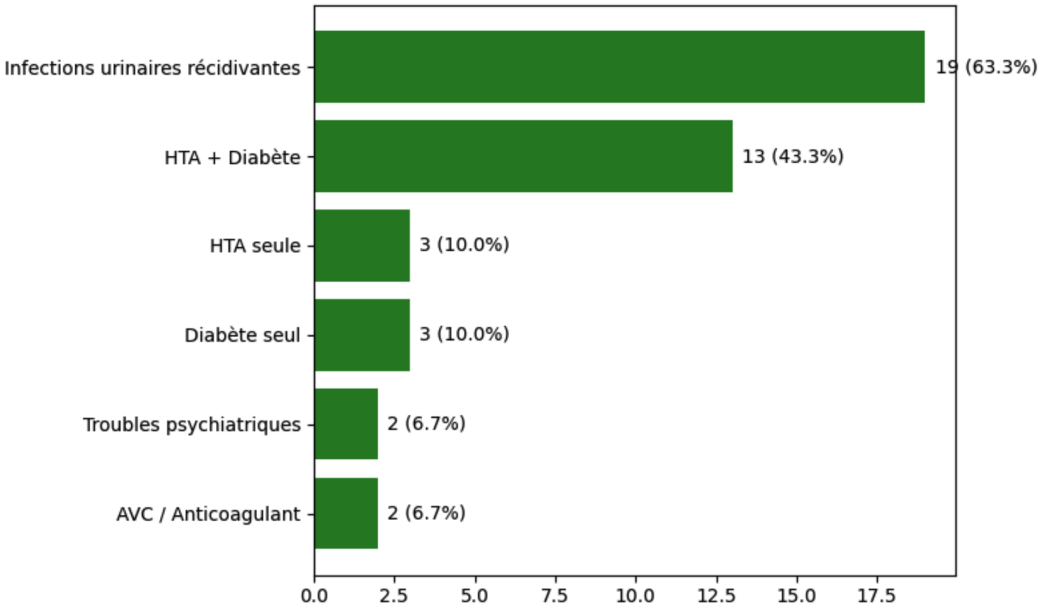


Figure 4.7 – Répartition des patients selon les comorbidités générales observées.

Près de 87 % des patients présentaient des antécédents médicaux et comorbidités associées.

4.2.3 Antécédents chirurgicaux

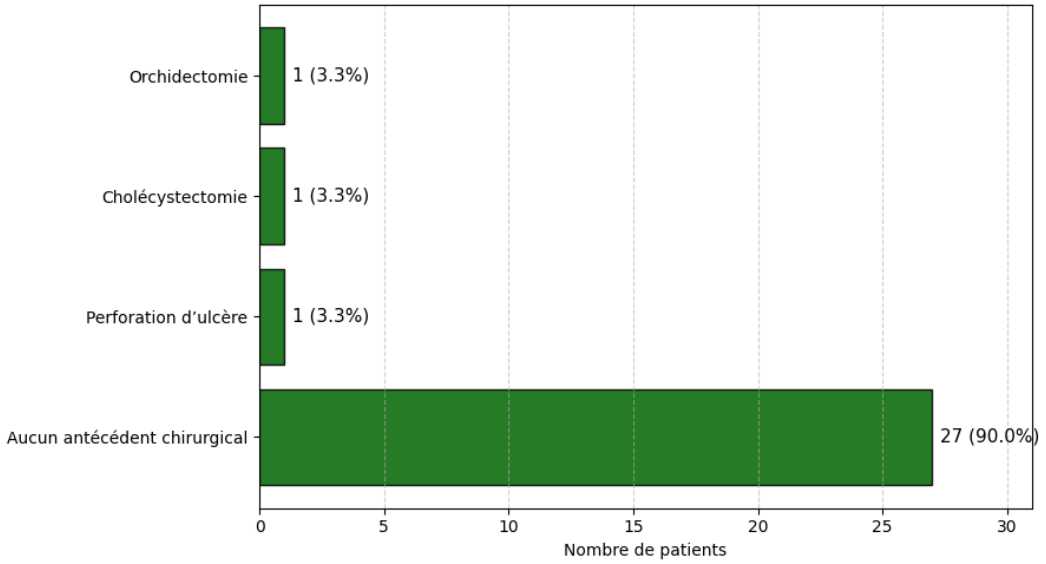


FIGURE 4.8 – Répartition des antécédents chirurgicaux observés.

Les antécédents chirurgicaux étaient présents chez **9,9 %** des patients de notre série.

4.2.4 Antécédents de gestes urétraux instrumentaux ou chirurgicaux

Tous les patients (100 %) présentaient un antécédent de geste instrumental ou chirurgical sur l'urètre, parfois répété jusqu'à **45 fois** chez un même patient.

Les **chirurgies ouvertes** étaient rares, mal documentées et essentiellement palliatives, de type mise à plat échouée. Les données figurent dans le **tableau 4.1**.

TABLEAU 4.1 – Répartition des patients selon les traitements urétraux antérieurs.

Paramètre	Valeur (n)	Pourcentage (%)
Patients ayant reçu au moins une UI	**27**	**90.0**
Patients ayant eu au moins une dilatation	**21**	**70.0**
Patients ayant un antécédent de chirurgie ouverte	**4**	**13.3**
Nombre maximal d'UI chez un même patient	**12**	**-**
Nombre maximal de dilatations chez un même patient	**45**	**-**
Nombre maximal de chirurgies ouvertes chez un même patient	**2**	**-**
Nombre total des patients	**30**	**100.0**

4.2.5 Profil global des patients selon la classification ASA

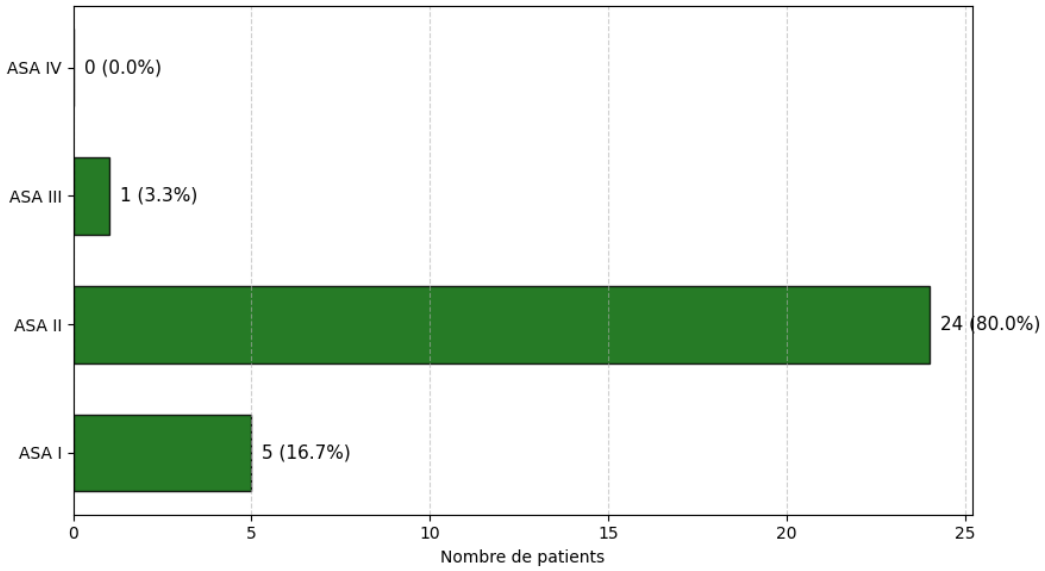


Figure 4.9 – Répartition des patients selon le score ASA.

Plus de **96 %** des patients étaient classés **ASA I ou ASA II**.

4.3 Données préopératoires relatives aux lésions urétrales

4.3.1 Retentissement sur l'appareil urinaire

Les données relatives au **retentissement sur l'appareil urinaire** sont résumées dans le **tableau 4.2**.

- La mise en place du cathéter sus-pubien était le plus souvent motivée par une rétention vésicale aiguë.
- Des formes chroniques compliquées d'une altération de la fonction rénale, parfois associée à une urétérohydronéphrose bilatérale, ont été observées.
- Un retentissement sur le bas appareil urinaire était fréquent, et un cas isolé de lithiase vésicale a été traité avant l'urétroplastie.

TABLEAU 4.2 – **Retentissement sur l'appareil urinaire chez les 30 patients inclus.**

Paramètre	Nombre	Pourcentage
Port de cathéter sus-pubien au moment de l'inclusion	30	100.0
Rétention vésicale chronique avec perturbation de la fonction rénale motivant la mise en place d'un cathéter sus-pubien	4	13.3
Rétention vésicale aiguë motivant la mise en place d'un cathéter sus-pubien	26	86.7
Retentissement sur le BAU	17	57.0
Lithiase vésicale	1	3.3
Total	30	100.0

4.3.2 Durée d'évolution avant la prise en charge

La durée médiane d'évolution de la maladie avant la prise en charge chirurgicale était de **5,5 ans** (durée minimale : **8 mois** ; durée maximale : **40 ans**).

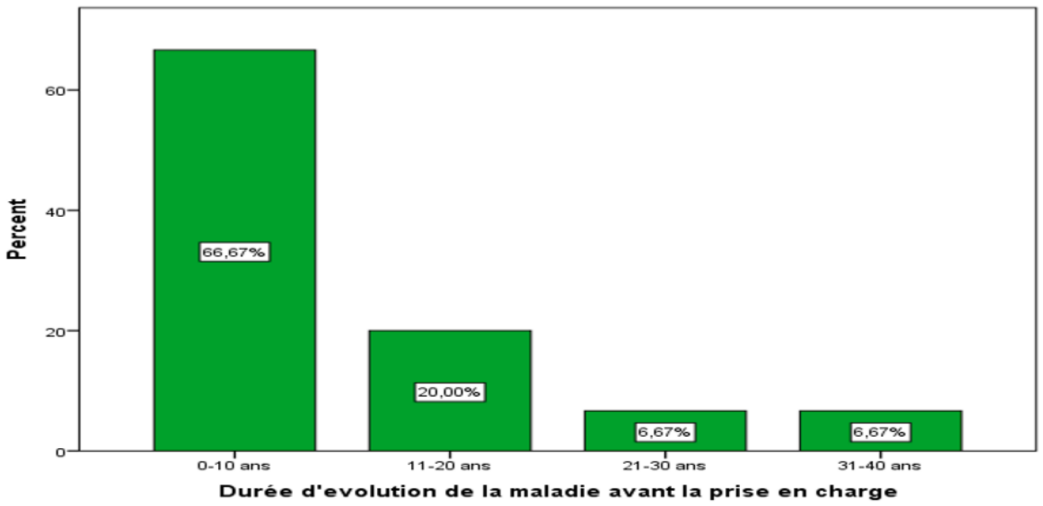


FIGURE 4.10 – Distribution des durées d'évolution avant urétroplastie.

4.3.3 Profil bactériologique préopératoire des patients (ECBU)

Tous les patients ont bénéficié d'un **ECBU** en préopératoire, dont **40 %** (**12 ECBU**) étaient positifs. ***Escherichia coli*** et ***Klebsiella*** étaient retrouvés dans **84 %** des cas.

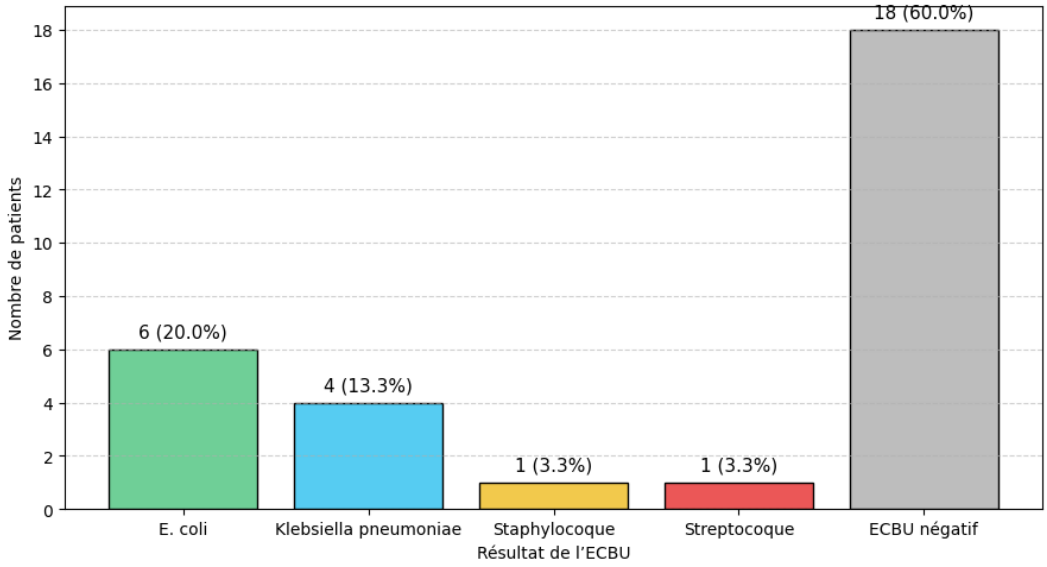


Figure 4.11 – Résultats des ECBU préopératoires chez les 30 patients de notre série.

4.3.4 Topographie des lésions

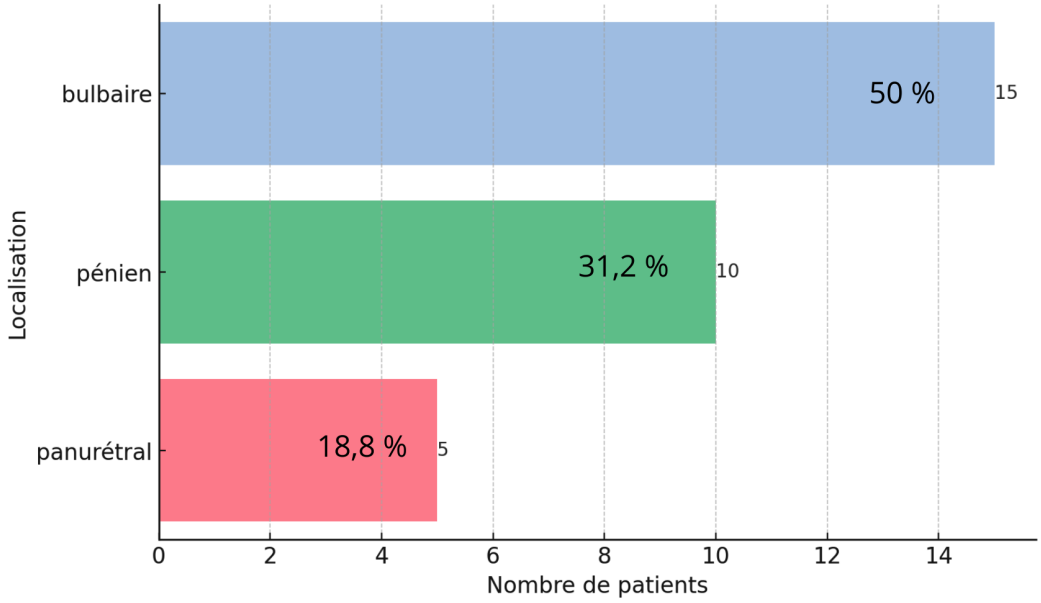


Figure 4.12 – Répartition des lésions urétrales selon leur topographie.

Les sténoses étaient **bulbaires** dans la moitié des cas.

4.3.5 Estimation de la longueur des lésions urétrales sur l'UCRM

L'évaluation des sténoses sur les UCRM reposait principalement sur leur étendue apparente, sans mesure calibrée dans la majorité des cas (**tableau 4.3**). Près d'un tiers des sténoses présentaient une longueur estimée supérieure à **2 cm**.

TABLEAU 4.3 – **Répartition des estimations de la longueur des lésions urétrales sur les UCRM.**

Catégorie	Nombre de patients	Pourcentage
UCRM avec mesure chiffrée	**1**	**3.3**
UCRM sans mesure chiffrée	**29**	**96.7**
Estimation < 2 cm	**21**	**70.0**
Estimation > 2 cm	**9**	**30.0**
Nombre total de patients	**30**	**100.0**

— Une mesure chiffrée directe (3,5 cm) n'était disponible que dans un seul cas.
— Les autres évaluations reposaient sur une estimation visuelle.

4.3.6 Étiologies des sténoses urétrales

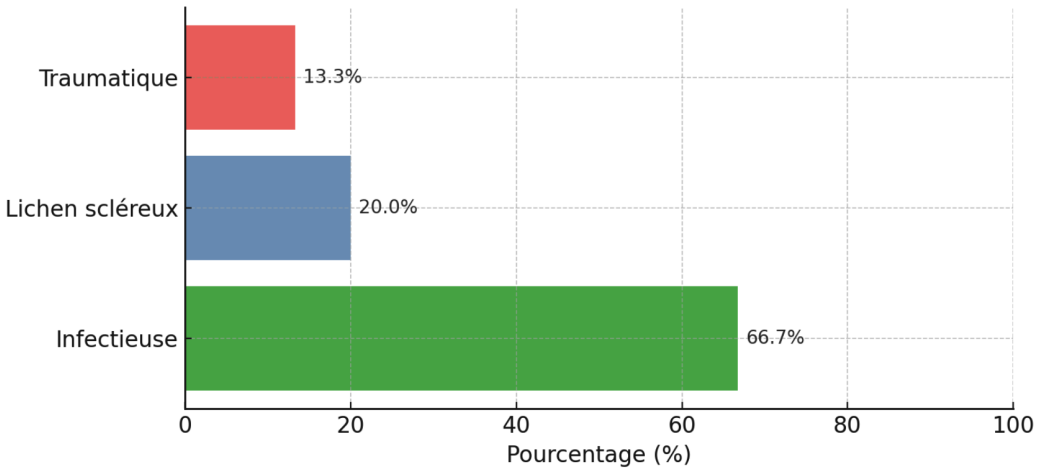


FIGURE 4.13 – Répartition des étiologies des sténoses urétrales.

Les sténoses urétrales observées dans la série se répartissaient en trois étiologies. La majorité était d'origine **infectieuse**.

4.3.7 Évaluation subjective préopératoire selon le score CURES-preop

Le score **CURES-preop** (**Annexe -1-**) a évalué les trois dimensions du ressenti préopératoire — miction, sexualité et bien-être global — illustrées par les **tableaux 4.4–4.6**. La **figure 4.14** présente la répartition graphique des réponses.

Tableau 4.4 – **Confort mictionnel préopératoire selon le score CURES-preop.**

Catégorie	Nombre de patients	Pourcentage (%)
Très insatisfaits	27	90.0
Satisfaction modérée	3	10.0
Satisfaits	0	0.0
Nombre total de patients	30	100.0

Tableau 4.5 – **Fonction sexuelle préopératoire selon le score CURES-preop.**

Catégorie	Nombre de patients	Pourcentage (%)
Fonction très altérée	23	76.6
Non concerné	7	23.3
Satisfaits	0	0.0
Nombre total de patients	30	100.0

Tableau 4.6 – **Bien-être global préopératoire selon le score CURES-preop.**

Catégorie	Nombre de patients	Pourcentage (%)
Souffrance globale	30	100.0
Satisfaits	0	0.0
Nombre total de patients	30	100.0

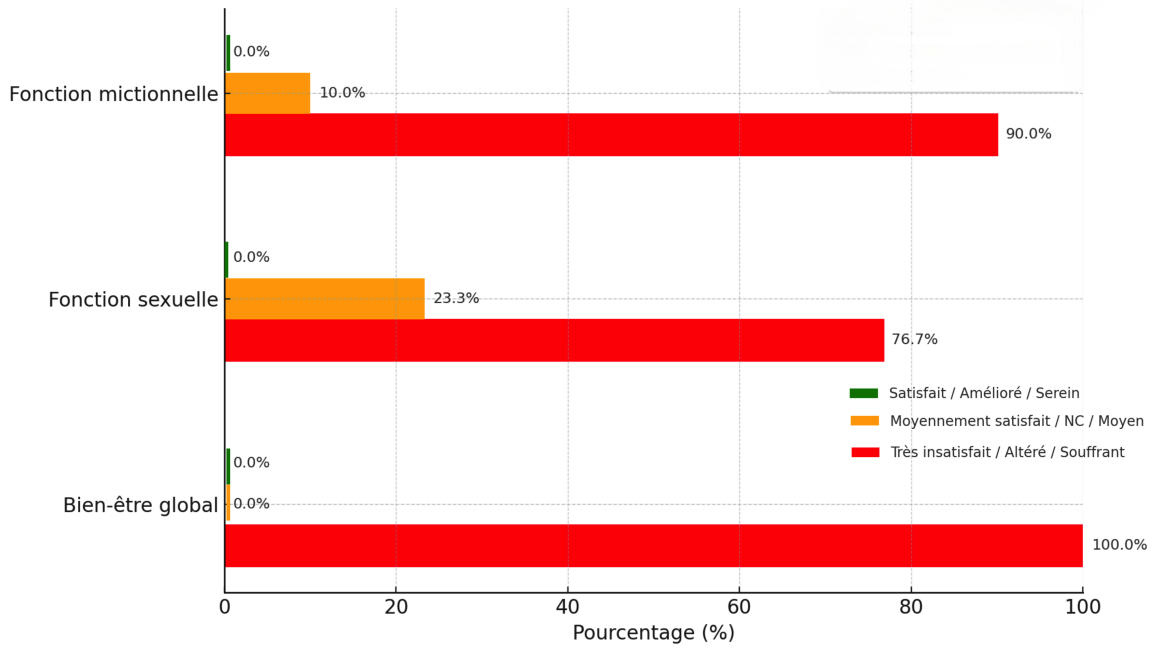


FIGURE 4.14 – Répartition des réponses aux trois items du score CURES-preop.

4.4 Données per-opératoires

4.4.1 Type d'anesthésie et modalités d'intubation

Au total, **48 interventions** ont été réalisées chez **30 patients**, certains ayant nécessité plusieurs temps opératoires. La répartition des types d'anesthésie et des modalités d'intubation est présentée dans le **tableau 4.7**.

TABLEAU 4.7 – **Répartition des types d'anesthésie et des modalités d'intubation parmi les 48 interventions réalisées.**

Type d'anesthésie / Modalité	Nombre de patients	Pourcentage (%)
Rachianesthésie (RA)	**26**	**54.2**
Anesthésie générale (AG)	**22**	**45.8**
AG avec intubation oro-trachéale	**14**	**63.6**
AG avec intubation naso-trachéale	**8**	**36.4**
Nombre total d'intervention	**48**	**100.0**

4.4.2 Voie d'abord chirurgicale

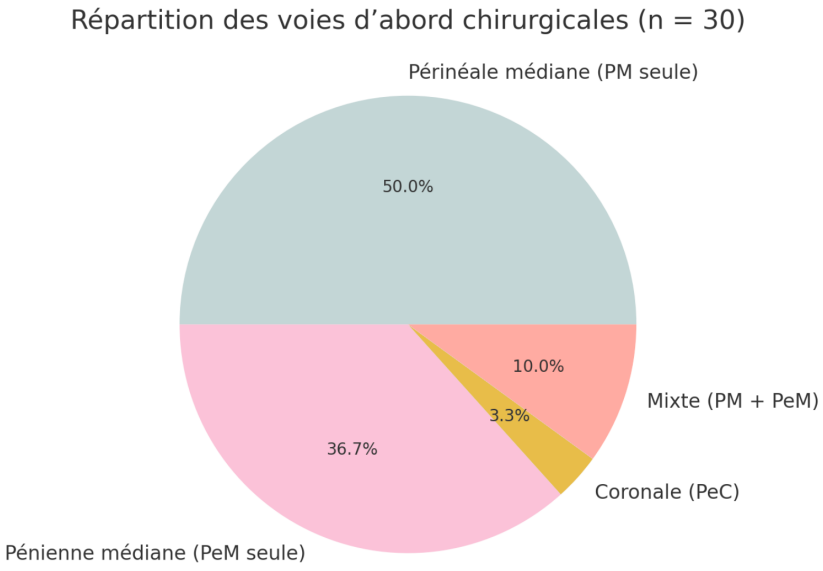


Figure 4.15 – Répartition graphique des voies d'abord chirurgicales utilisées dans la série.

La voie **périnéale médiane** a été la plus utilisée. La répartition complète des voies d'abord est illustrée dans la **figure 4.15**.

4.4.3 Modalités chirurgicales appliquées

Chez les **30 patients** inclus, un total de **12 techniques chirurgicales** ont été employées. La codification des différentes approches est précisée dans le **tableau 4.8**. La répartition des approches chirurgicales selon cette codification, en termes d'effectifs et de pourcentages, est présentée dans le **tableau 4.9**.

Le **diagramme de Sankey** (**figure 4.16**), illustre les enchaînements opératoires séquentiels chez les patients ayant nécessité plusieurs temps chirurgicaux.

TABLEAU 4.8 – **Signification des codes d'approche chirurgicale** utilisés dans notre série.

Code approche	Technique	Signification
A1	AA GMB (A1)	Urétroplastie par anastomose d'augmentation par greffe de muqueuse buccale
A2	Bracka 1 (A2)	Procédé du Bracka (1er temps)
A3	Bracka 1 + Bracka 2 / GMB (A3)	Procédé du Bracka (les deux temps)
A4	GMB1 OD (A4)	Urétroplastie d'augmentation par greffe de muqueuse buccale en onlay dorsal
A5	GMB1 OV (A5)	Urétroplastie d'augmentation par greffe de muqueuse buccale en onlay ventral
A6	GMB1 PC + GMB Asopa (A6)	Urétroplastie hybride en un seul temps par greffe de muqueuse buccale et plastie cutanée
A7	J1 + J2 PC + GMB (A7)	Urétroplastie hybride en deux temps : mise à plat puis greffe de muqueuse en inlay dorsal
A8	J1 (A8)	Mise à plat selon Johanson
A9	J1 + J2 PC (A9)	Urétroplastie en deux temps : mise à plat selon Johanson puis plastie cutanée
A10	J1 + J2 PC + J3 PC (A10)	Urétroplastie en trois temps : mise à plat puis deux plasties cutanées étagées
A11	J1 + J2 PC + J3 PC + J4 GMB+PC (A11)	Urétroplastie en quatre temps : mise à plat, deux plasties cutanées étagées, plus approche hybride MB + peau
A12	LT (A12)	Urétroplastie par lambeau vaginal testiculaire

TABLEAU 4.9 – **Répartition des approches chirurgicales.**

Code	Approche chirurgicale	Nombre de patients	Pourcentage (%)
A1	AA + GMB	2	6.7
A2	Bracka 1	1	3.3
A3	Bracka 1 + Bracka 2 / GMB	1	3.3
A4	GMB1 OD (onlay dorsal)	3	10.0
A5	GMB1 OV (onlay ventral)	5	16.7
A6	GMB1 PC + GMB Asopa	1	3.3
A7	J1 + J2 PC + GMB	6	20.0
A8	J1 (mise à plat selon Johanson)	6	20.0
A9	J1 + J2 PC	2	6.7
A10	J1 + J2 PC + J3 PC	1	3.3
A11	J1 + J2 PC + J3 PC + J4 GMB + PC	1	3.3
A12	Lambeau vaginal testiculaire	1	3.3
Total	—	30	100.0

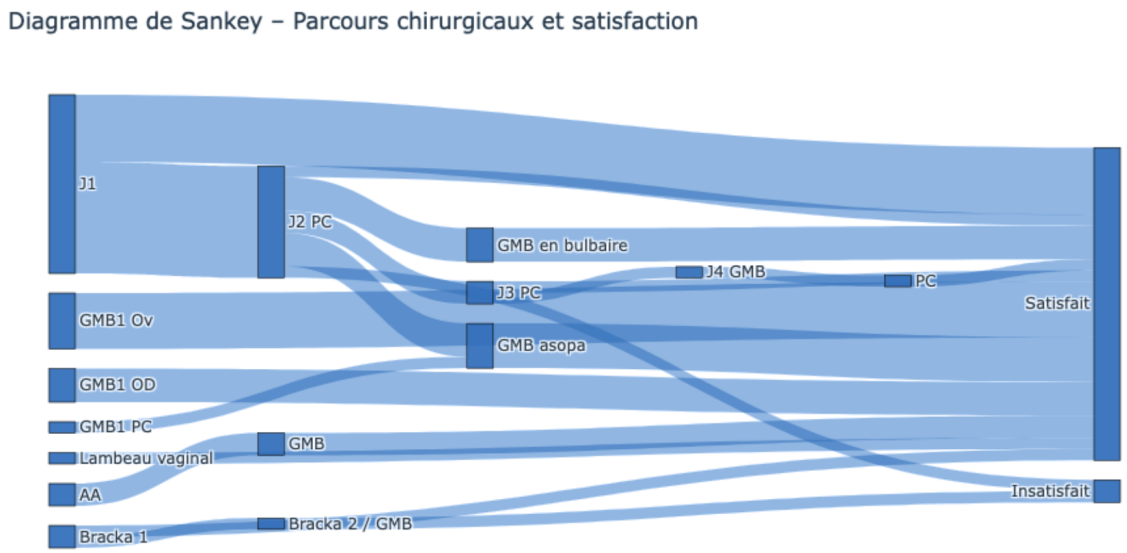


Figure 4.16 – Diagramme de Sankey : Représentation schématique des enchaînements opératoires observés dans notre série.

4.4.4 Caractéristiques morphométriques des sténoses

4.4.4.1 Largeur résiduelle de la plaque urétrale

La largeur moyenne de la plaque urétrale était de **5 mm**, avec une médiane de **5,7 mm** (largeur minimale : **0 mm** ; largeur maximale : **5 mm**).

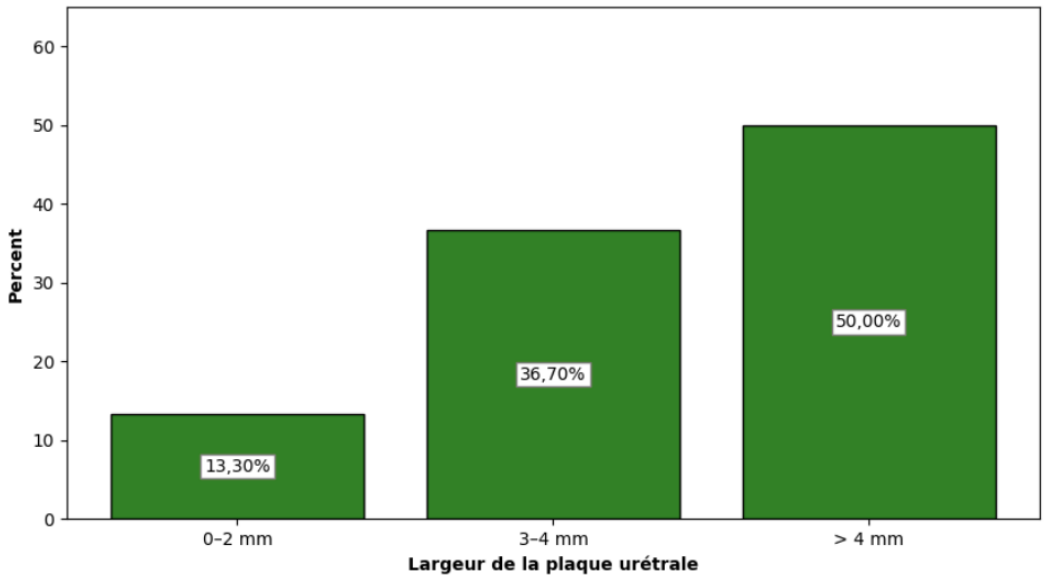


Figure 4.17 – Distribution des largeurs (périmètres) résiduelles de la plaque urétrale.

4.4.4.2 Longueur des sténoses urétrales

La longueur moyenne des lésions urétrales était de **42,3 mm**, avec une médiane de **37 mm** (longueur minimale : **21 mm** ; longueur maximale : **140 mm**).

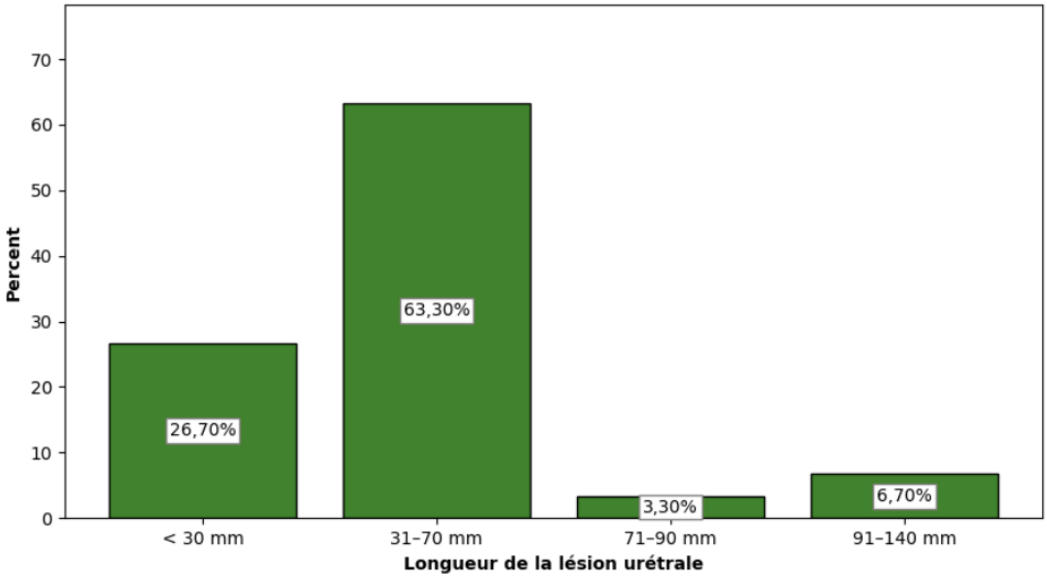


FIGURE 4.18 – Distribution des longueurs de sténose urétrale mesurées en per-opératoire.

4.4.4.3 Longueur et largeur des sténoses selon l'étiologie et la localisation

Les **tableaux 4.10** et **4.11** résument les dimensions des sténoses selon l'étiologie et la localisation.

TABLEAU 4.10 – **Largeurs de plaque urétrale selon les étiologies et localisations**.

Variable	Min (mm)	Max (mm)	Moyenne (mm)	Médiane (mm)	Nombre (N)	Pourcentage (%)
Général	**0**	**5**	**3.8**	**3.5**	**30**	**100.0**
Étiologie Infectieuse	**2**	**5**	**4.0**	**4.0**	**20**	**66.7**
Étiologie LSA	**3**	**5**	**3.8**	**3.0**	**6**	**20.0**
Étiologie Traumatique	**0**	**5**	**2.5**	**2.5**	**4**	**13.3**
Siège Bulbaire	**0**	**5**	**4.0**	**4.0**	**15**	**50.0**
Siège Pénien	**0**	**5**	**3.9**	**3.5**	**10**	**33.3**
Longue / Multisegmentaire / Panurétrale	**2**	**3**	**2.8**	**3.0**	**5**	**16.7**
Nombre total de patients	**-**	**-**	**-**	**-**	**30**	**100.0**

Tableau 4.11 – **Longueurs des lésions urétrales selon les étiologies et les localisations**.

Variable	Min (mm)	Max (mm)	Moyenne (mm)	Médiane (mm)	Nombre (N)	Pourcentage (%)
Général	**21**	**140**	**43.3**	**37.0**	**30**	**100.0**
Étiologie Infectieuse	**21**	**140**	**47.8**	**37.5**	**20**	**66.7**
Étiologie LSA	**22**	**40**	**34.0**	**36.0**	**6**	**20.0**
Étiologie Traumatique	**24**	**48**	**34.8**	**33.5**	**4**	**13.3**
Siège Bulbaire	**21**	**48**	**33.5**	**33.0**	**15**	**50.0**
Siège Pénien	**22**	**49**	**35.6**	**36.0**	**10**	**33.3**
Longue / Plurisegmentaire / Panurétrale	**59**	**140**	**88.4**	**70.0**	**5**	**16.7**
Nombre total de patients	**-**	**-**	**-**	**-**	**30**	**100.0**

4.4.5 Nature du tissu de reconstruction employé

Le **tissu de reconstruction choisi** dans notre série était majoritairement la **muqueuse buccale**, seule ou associée à la peau, représentant **83,3%** des reconstructions.

Tableau 4.12 – Types de tissus de reconstructions choisi.

Type de tissu ou geste chirurgical	Nombre de patients	Pourcentage parmi les reconstructions (%)	Pourcentage parmi l'ensemble des patients (%)
Muqueuse buccale seule (MB)	12	50.0	40.0
Muqueuse buccale + peau (MB + PC)	8	33.3	26.7
Peau seule	3	12.5	10.0
Lambeau vaginal testiculaire	1	4.2	3.3
Sous-total des reconstructions	24	100.0	80.0
Mise à plat sans substitution – hypospade moyen pénien	5	-	16.7
Mise à plat sans substitution – périnéostomie	1	-	3.3
Total général	30	-	100.0

4.4.6 Emplacement du greffon

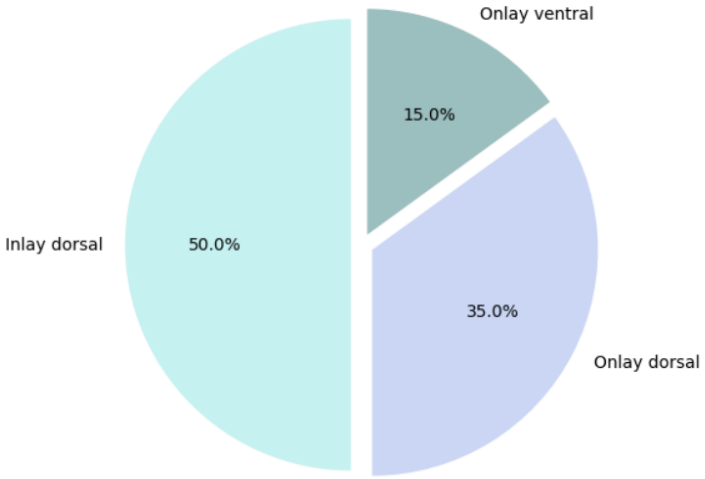


FIGURE 4.19 – Répartition des techniques d'implantation de la greffe de muqueuse buccale au niveau urétral

La greffe de muqueuse buccale a été principalement positionnée en inlay dorsal (50 % des cas).

4.4.7 Site de prélèvement

Le prélèvement a concerné **la joue droite dans 100 % des cas**, sans recours à une greffe bilatérale.

4.4.8 Durée opératoire

La durée opératoire moyenne était de **145,6 minutes**, avec une médiane de **160 minutes** (durée opératoire minimale : **34 minutes** ; durée opératoire maximale : **250 minutes**). Les durées opératoires ont été mesurées pour chaque intervention, de l'intubation à l'extubation. En cas de prise en charge en plusieurs temps, seule la durée la plus longue a été retenu pour chaque patient.

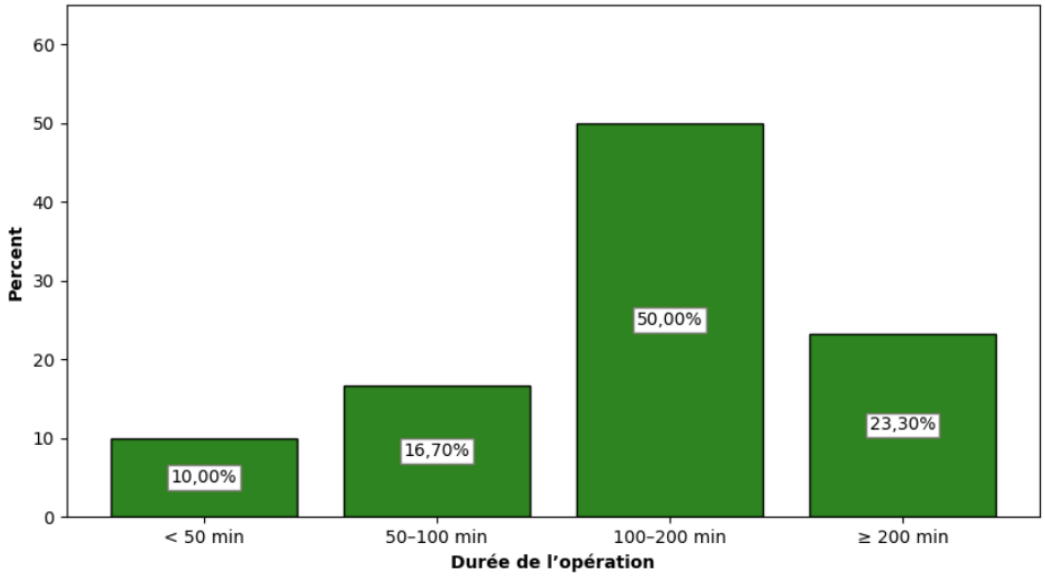


Figure 4.20 – Distribution des durées opératoires.

4.4.9 Pertes sanguines peropératoires

La quantité médiane de perte sanguine était de **120 cc** (quantité minimale : **20 cc** ; quantité maximale : **200 cc**). En cas de prise en charge en plusieurs temps opératoires, seule la perte sanguine la plus élevée a été retenue pour chaque patient

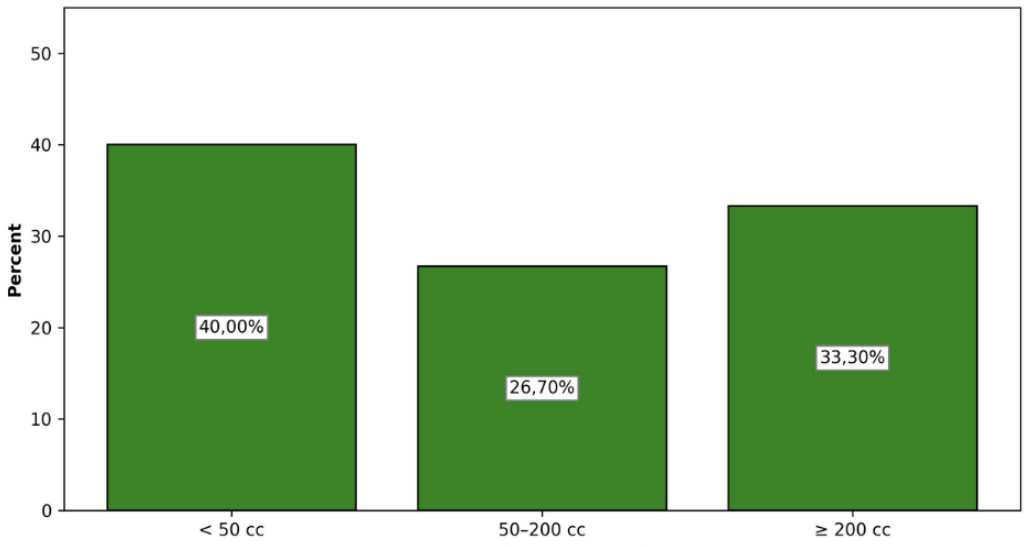


Figure 4.21 – Distribution des pertes sanguines peropératoires estimées.

4.5 Données postopératoires

4.5.1 Suivi post-opératoire à court terme

4.5.1.1 Durée d'hospitalisation

La durée moyenne d'hospitalisation était de **9,5 jours**, avec une médiane de **8 jours** (durée minimale : **2 jours** ; durée maximale : **22 jours**).

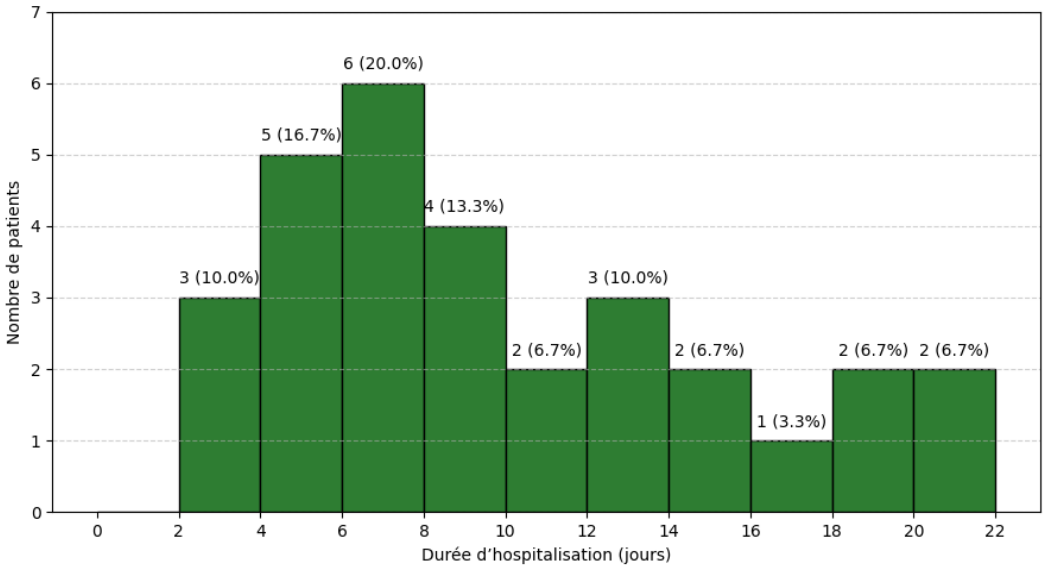


FIGURE 4.22 – Distribution de la durée d'hospitalisation.

4.5.1.2 Drainage post-opératoire

La gestion du drainage post-opératoire a été uniformisée pour l'ensemble des patients. La sonde urétrale était maintenue jusqu'à **J15**, tandis que le cathéter sus-pubien était conservé jusqu'à **J21**.

4.5.2 Durée de suivi post-opératoire à distance

La durée moyenne de suivi postopératoire était de **18,2 mois**, avec une médiane de **17,5 mois** (durée minimale : **6 mois** ; durée maximale : **33 mois**).

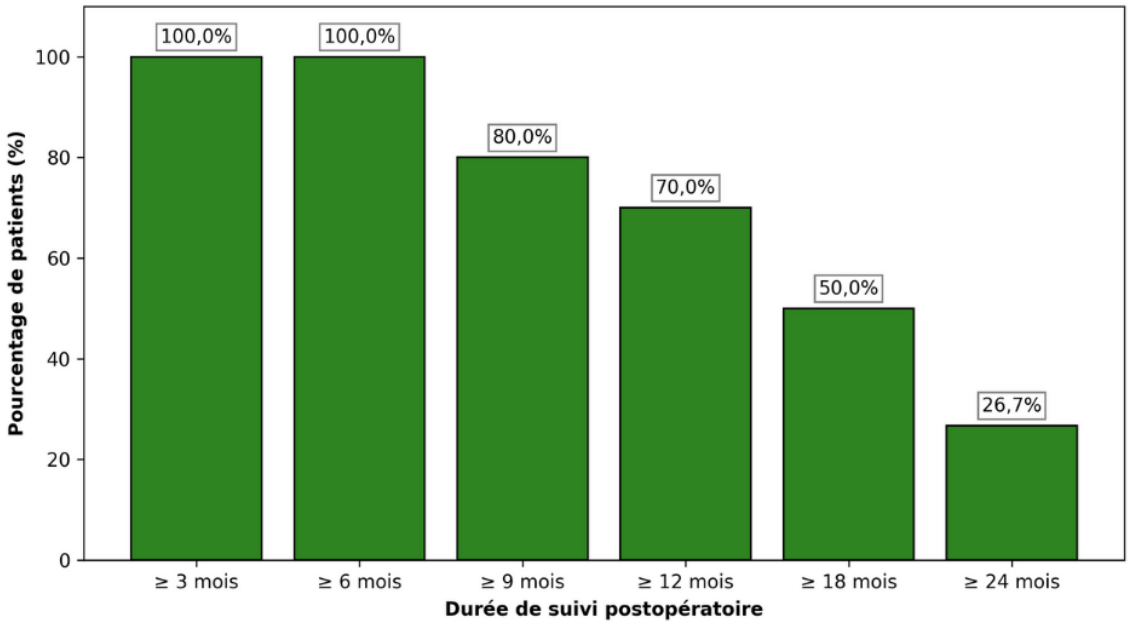


Figure 4.23 – Répartition des patients selon la durée de suivi postopératoire par classes modales de temps.

4.5.3 Taux de succès post-opératoire globaux

Les résultats globaux selon les différentes définitions du succès sont illustrés dans la **figure 4.24** pour une **lecture comparative simplifiée**.

- Le succès anatomique est défini par le passage libre d'un cystoscope souple CH16 ou d'une sonde CH16 à plus de trois mois.
- Le succès fonctionnel est évalué selon deux définitions distinctes :
  - une définition rigoureuse, combinant l'ablation du cathéter sus-pubien, un Qmax > 10 mL/s, un résidu post-mictionnel < 50 mL et l'absence de réintervention ;
  - une définition pragmatique, fondée sur l'absence de réintervention, l'ablation du cathéter sus-pubien et l'absence de complications au cours du suivi.
- La satisfaction globale correspond à une réponse positive sur les trois dimensions du score CURES : miction, sexualité et bien-être global.

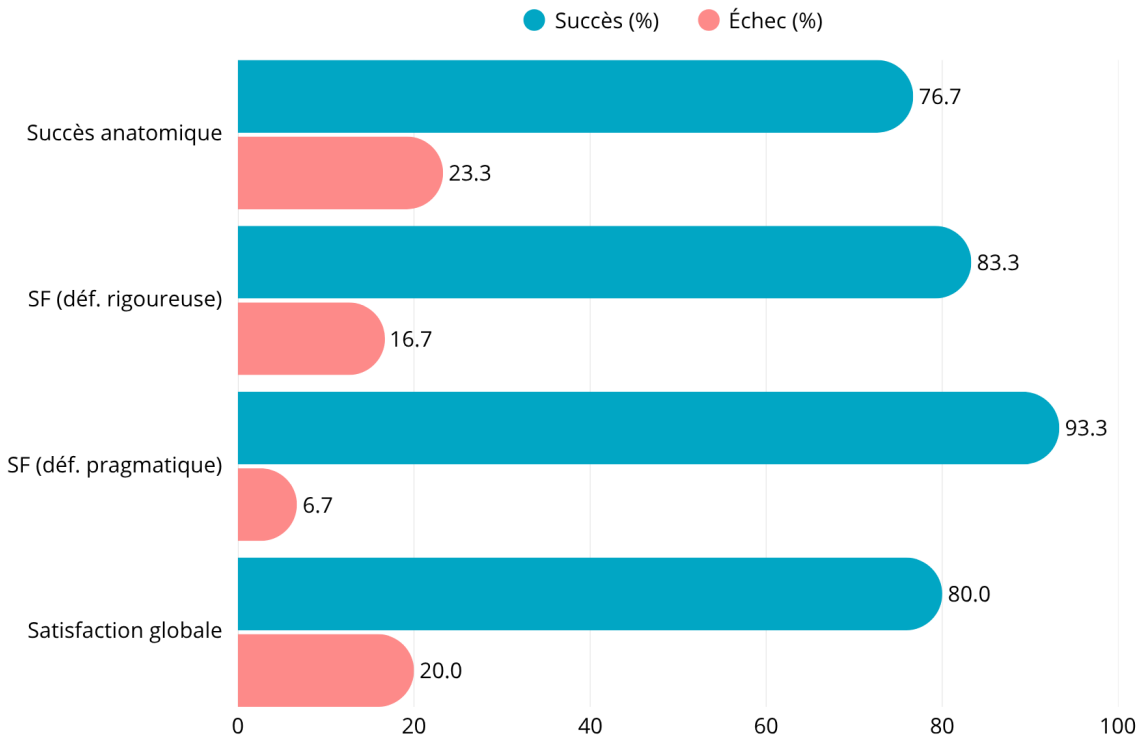


FIGURE 4.24 – Répartition des taux de succès et d'échec selon les différentes définitions du succès postopératoire.

4.5.3.1 Succès fonctionnel post-opératoire

Les tableaux ci-dessous illustrent la répartition du succès fonctionnel selon les différentes caractéristiques des patients et des techniques opératoires.

TABLEAU 4.13 – Répartition du succès fonctionnel selon l'âge et l'étiologie des sténoses urétrales, sur la base de la définition fonctionnelle stricte.

Paramètre	Succès fonctionnel (n)	Pourcentage (%)	Total (n)
Général	**25**	**83.3**	**30**
Âge < 55 ans	**9**	**81.8**	**11**
Âge ≥ 55 ans	**16**	**84.2**	**19**
Infectieuse	**16**	**80.0**	**20**
Traumatique	**3**	**75.0**	**4**
LSA	**6**	**100.0**	**6**
Total	**25**	**-**	**30**

Tableau 4.14 – Répartition du succès fonctionnel selon la longueur et la largeur des sténoses urétrales, sur la base de la définition fonctionnelle stricte.

Paramètre	Succès fonctionnel (n)	Pourcentage (%)	Total (n)
Longueur < 40 mm	16	88.9	18
Longueur ≥ 40 mm	9	75.0	12
Largeur < 3.5 mm	11	73.3	15
Largeur ≥ 3.5 mm	14	93.3	15
Total	25	-	30

Tableau 4.15 – Répartition du succès fonctionnel selon le type de tissu de reconstruction employé, sur la base de la définition fonctionnelle stricte.

Paramètre	Succès fonctionnel (n)	Pourcentage (%)	Total (n)
MB seule	11	91.7	12
MB + PEAU	5	62.5	8
PEAU seule	2	66.7	3
Sans substitution	6	100.0	6
Lambeau testiculaire	1	100.0	1
Total	25	-	30

4.5.3.2 Paramètres d'évaluation du succès fonctionnel : débit urinaire maximal (Q_{max})

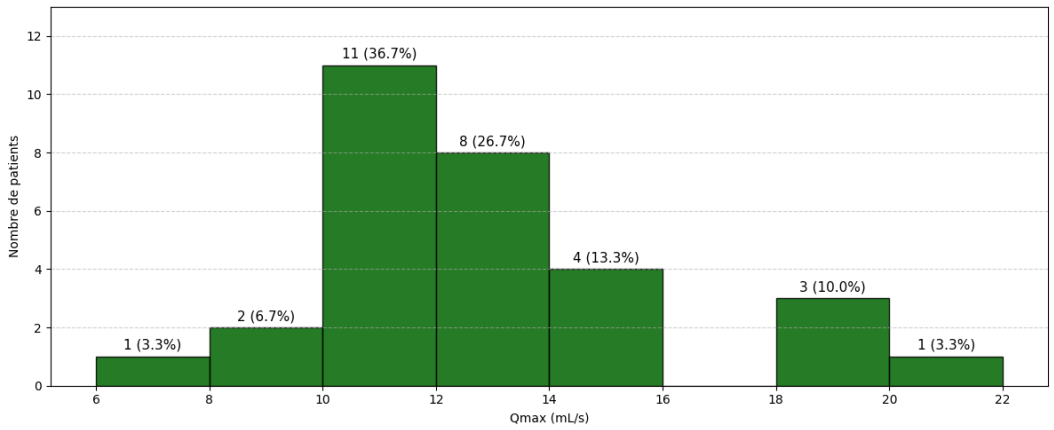


Figure 4.25 – Distribution des valeurs de Q_{max} observées dans notre cohorte.

La majorité des patients présentaient un Q_{max} compris entre **10 et 15 mL/s**.

4.5.3.3 Paramètres d'évaluation du succès fonctionnel : ablation du cathéter sus-pubien et absence de réintervention

L'**ablation du cathéter sus-pubien** a été réalisée chez **29 patients** (**96,7,%**). Une **réintervention** a été nécessaire dans **3 cas** (**10 %**) — un cas pour fistule urinaire, un cas pour une nécrose du greffon nécessitant la reprise complète de la plastie à 6 mois, un cas d'échec complet, anatomique et fonctionnel.

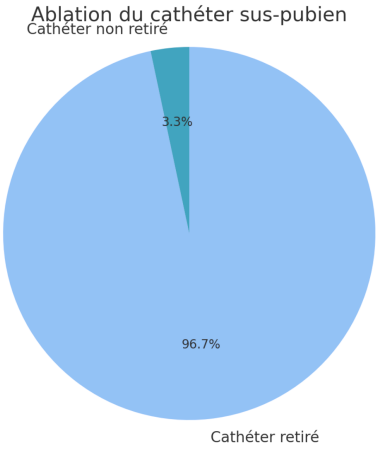


FIGURE 4.26 – Répartition des patients selon la réalisation effective de l'ablation du cathéter sus-pubien.

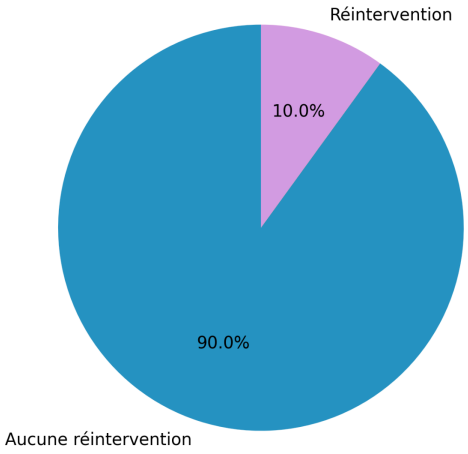


FIGURE 4.27 – Répartition des patients en fonction de la nécessité d'une réintervention après urétroplastie.

4.5.3.4 Succès anatomique post-opératoire

Tableau 4.16 – Distribution du **succès anatomique** selon l'**âge** des patients et l'**étiologie** des sténoses urétrales.

Paramètre	Succès anatomique (n)	Pourcentage (%)	Total (n)
Général	**23**	**76.7**	**30**
Âge < 55 ans	**8**	**72.7**	**11**
Âge ≥ 55 ans	**15**	**78.9**	**19**
Infectieuse	**16**	**80.0**	**20**
Traumatique	**1**	**25.0**	**4**
LSA	**6**	**100.0**	**6**
Total	**23**	**-**	**30**

Tableau 4.17 – Répartition du **succès anatomique** en fonction du **tissu de reconstruction utilisé** .

Paramètre	Succès anatomique (n)	Pourcentage (%)	Total (n)
MB seule	**7**	**58.3**	**12**
MB + PEAU	**7**	**87.5**	**8**
PEAU seule	**3**	**100.0**	**3**
Sans substitution	**6**	**100.0**	**6**
Lambeau testiculaire	**0**	**0.0**	**1**
Total	**23**	**-**	**30**

TABLEAU 4.18 – Répartition du **succès anatomique** en fonction de la **localisation anatomique** des sténoses urétrales .

Paramètre	Succès anatomique (n)	Pourcentage (%)	Total (n)
Longueur < 40 mm	**14**	**77.8**	**18**
Longueur ≥ 40 mm	**9**	**75.0**	**12**
Largeur < 3.5 mm	**13**	**86.7**	**15**
Largeur ≥ 3.5 mm	**10**	**66.7**	**15**
Total	**23**	**-**	**30**

4.5.3.5 Satisfaction globale post-opératoire

TABLEAU 4.19 – Répartition des niveaux de satisfaction post-opératoire selon les trois dimensions du score CURES.

Dimension évaluée	Très satisfait (n)	Moyennement satisfait (n)	Insatisfait (n)	Total (n)
Miction	**26**	**2.0**	**2**	**30**
Sexualité	**15**	**1.0**	**3 (+ 11 déclarant NC)**	**30**
Bien-être	**26**	**3.0**	**1**	**30**
Satisfaction globale	**24**	**-**	**6**	**30**
NC = non concerné				

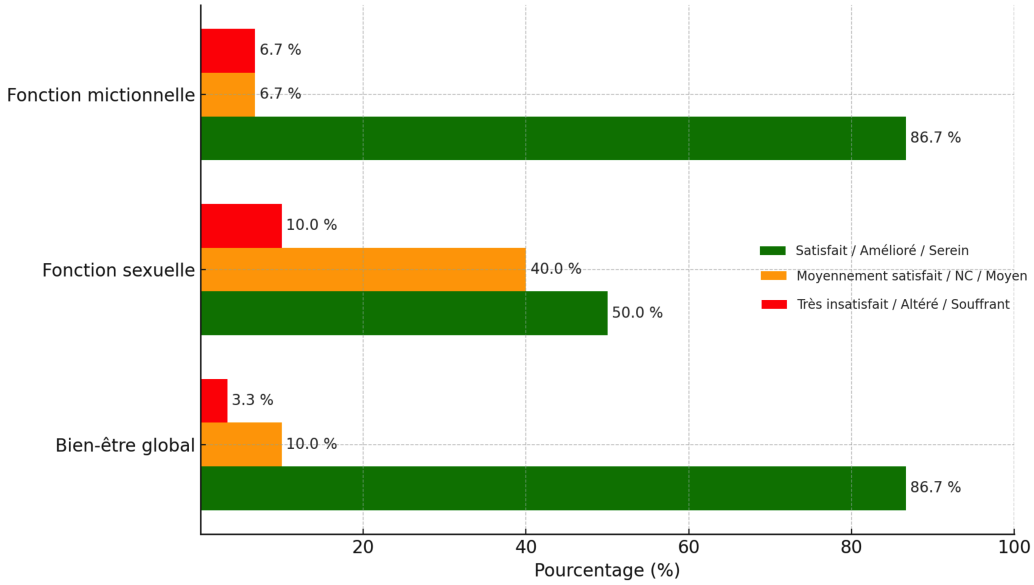


Figure 4.28 – Répartition des réponses aux trois dimensions du score CURES-postop.

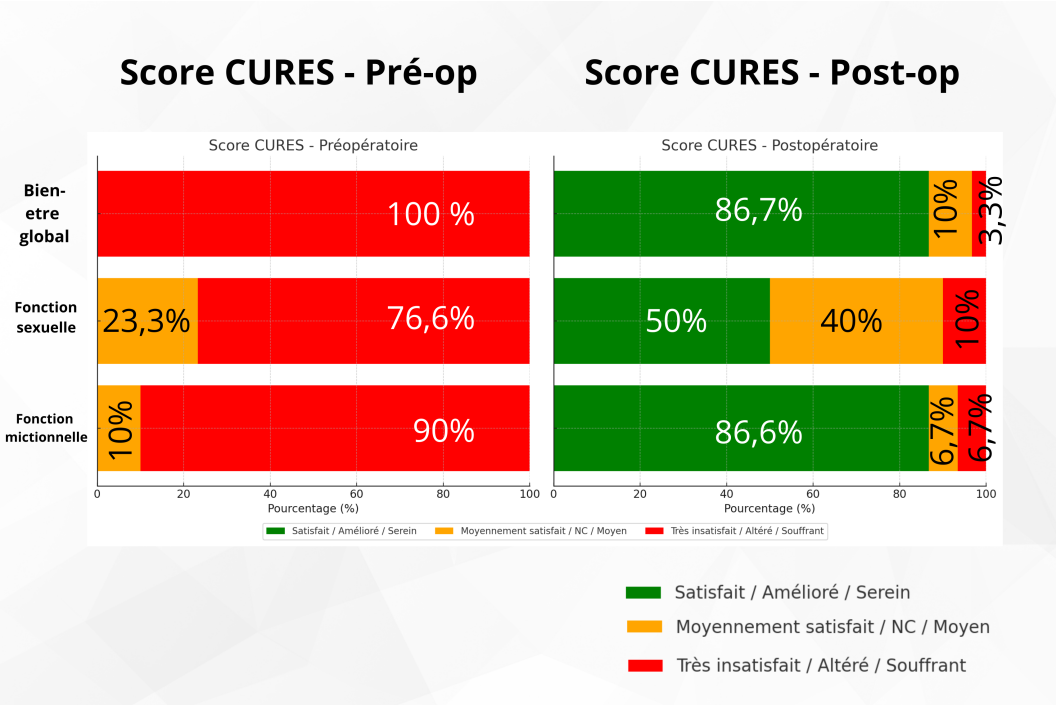


Figure 4.29 – Comparaison des réponses au score CURES dans ses trois dimensions (fonction mictionnelle, fonction sexuelle, bien-être global) entre la phase préopératoire (gauche) et postopératoire (droite).

Tableau 4.20 – Détail des réponses aux trois dimensions du score CURES-postop, exprimées selon les différents sous-groupes. TS : très satisfait ; MS : moyennement satisfait ; InS : insatisfait ; SG : Satisfaction globale, sucés (SG = S) ; : échec (SG = E).

Paramètre	Miction (TS)	Miction (MS)	Miction (InS)	Sexualité (TS)	Sexualité (MS)	Sexualité (InS)	Bien-être (TS)	Bien-être (MS)	Bien-être (InS)	SG (S)	SG (E)	Total	% SG
Général	26	2	2	15	1	3	26	3	1	24	6	30	80.0
Âge < 55 ans	10	1	0	6	0	0	10	1	0	9	2	11	81.8
Âge ≥ 55 ans	16	1	2	9	1	3	16	2	1	15	4	19	78.9
Infectieuse	17	2	1	9	1	3	17	2	1	15	5	20	75.0
Traumatique	3	0	1	2	0	0	3	1	0	4	0	4	100.0
LSA	6	0	0	4	0	0	6	0	0	5	1	6	83.3
Longueur < 40 mm	17	1	0	11	0	1	17	1	0	15	3	18	83.3
Longueur ≥ 40 mm	9	1	2	4	1	2	9	2	1	9	3	12	75.0
Largeur < 3.5 mm	12	2	1	6	1	1	12	2	1	11	4	15	73.3
Largeur ≥ 3.5 mm	14	0	1	9	0	2	14	1	0	13	2	15	86.7
MB seul	12	0	0	6	0	1	12	0	0	12	0	12	100.0
MB + PEAU	6	1	1	4	1	0	6	1	1	6	2	8	75.0
PEAU seule	2	1	0	1	0	2	2	1	0	1	2	3	33.3
Sans substitution	6	0	0	4	0	0	6	0	0	6	0	6	100.0
Lambeau testiculaire	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0.0

La majorité des patients rapportaient une **miction très satisfaisante** et un **bien-être globalement amélioré**. La dimension sexuelle montrait davantage de variabilité, en particulier chez les patients plus âgés ou porteurs de sténoses longues.

Les reconstructions sans recours à un tissu de substitution ou associant muqueuse buccale et peau obtenaient les meilleurs niveaux de satisfaction globale, tandis que les substitutions cutanées isolées restaient plus souvent associées à des résultats mitigés.

4.5.4 Taux de succès selon les différents paramètres

4.5.4.1 Impact de l'âge

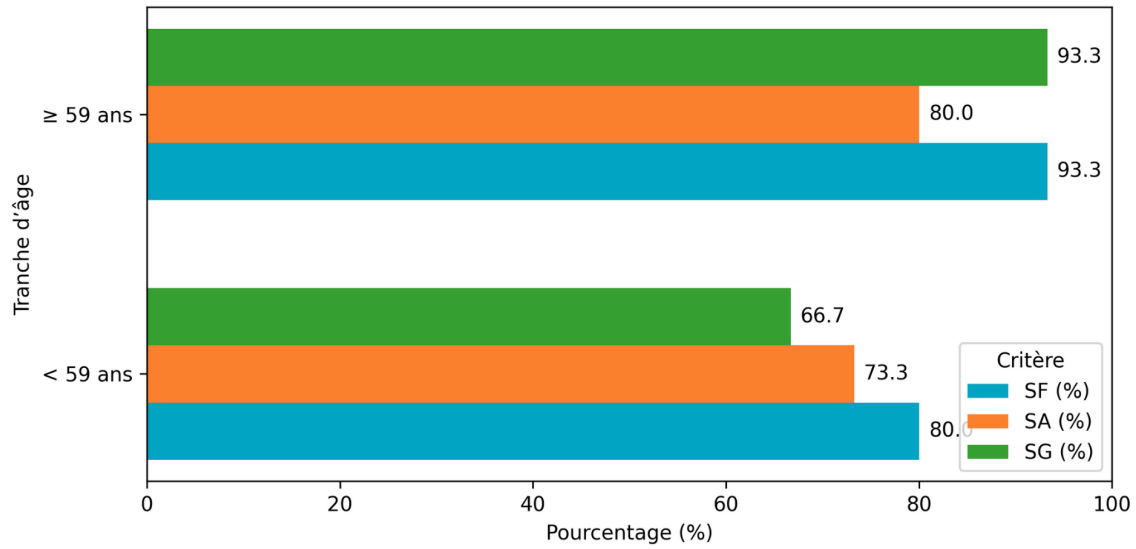


Figure 4.30 – Répartition des taux de succès (anatomique, fonctionnel et global) selon l'âge.

Les taux de succès anatomique, fonctionnel et de satisfaction globale étaient plus élevés dans la tranche d'âge ≥ 59 ans que chez les patients < 59 ans. l'analyse statistique par le test exact de Fisher n'a mis en évidence aucune valeur de p inférieure au seuil de significativité.

Tableau 4.21 – Répartition du succès fonctionnel selon les classes d'âge

Classe d'âge (ans)	SF : Non	SF : Oui	Total
25–45	1	4	5
46–65	2	15	17
66–80	0	8	8
Total	3	27	30

Test exact de Fisher : $p = 0{,}73$.

Tableau 4.22 – Répartition du succès anatomique selon les classes d'âge

Classe d'âge (ans)	SA : Non	SA : Oui	Total
25–45	1	4	5
46–65	5	12	17
66–80	1	7	8
Total	7	23	30

Test exact de Fisher : $p = 1{,}00$.

Tableau 4.23 – Répartition de la satisfaction globale selon les classes d'âge

Classe d'âge (ans)	Satisfaction : Non	Satisfaction : Oui	Total
25–45	2	3	5
46–65	4	13	17
66–80	0	8	8
Total	6	24	30

Test exact de Fisher : $p = 0{,}14$.

La **figure 4.31** présente la proportion exacte de patients *« très satisfaits »* dans chaque classe d'âge et pour chaque dimension du score CURES, avec des variations observées selon les classes d'âge.

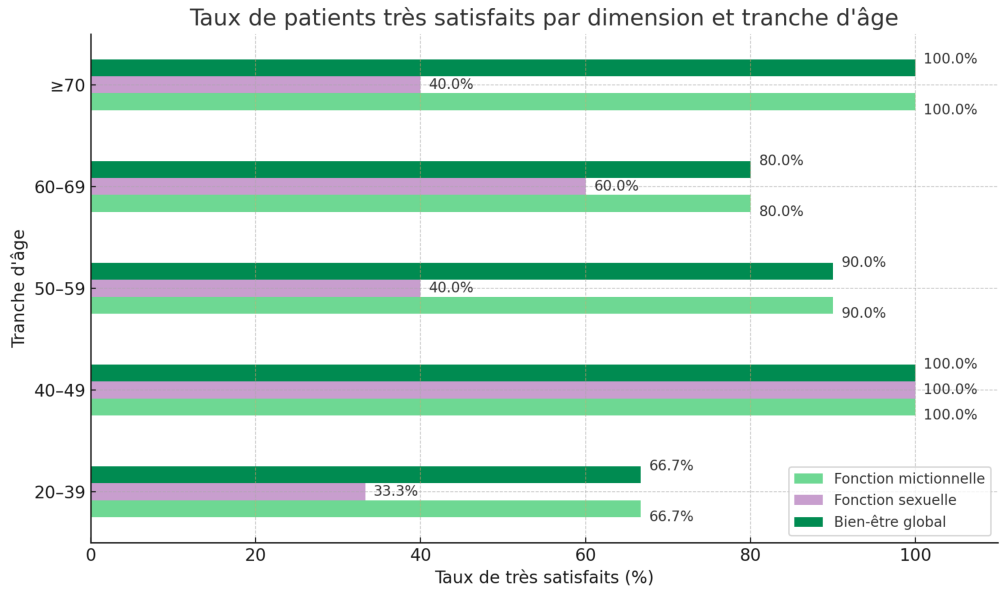


Figure 4.31 – Répartition des patients très satisfaits dans chaque dimension du score CURÈS-postopératoire, par tranche d'âge.

4.5.4.2 Impact de l'IMC

Tableau 4.24 – Répartition du succès fonctionnel selon les catégories d'IMC

Catégorie d'IMC	SF : Non	SF : Oui	Total
Insuffisance pondérale	1	2	3
Poids normal	1	12	13
Surpoids	1	9	10
Obésité	0	4	4
Total	3	27	30

Test exact de Fisher : $p = 0{,}53$.

Tableau 4.25 – Répartition du succès anatomique selon les catégories d'IMC

Catégorie d'IMC	SA : Non	SA : Oui	Total
Insuffisance pondérale	1	2	3
Poids normal	4	9	13
Surpoids	1	9	10
Obésité	1	3	4
Total	**7**	**23**	30

Test exact de Fisher : $p = 0{,}71$.

Tableau 4.26 – Répartition de la satisfaction globale selon les catégories d'IMC

Catégorie d'IMC	Satisfaction : Non	Satisfaction : Oui	Total
Insuffisance pondérale	1	2	3
Poids normal	3	10	13
Surpoids	2	8	10
Obésité	0	4	4
Total	6	24	30

Test exact de Fisher : $p = 0{,}84$.

L'analyse statistique par le test exact de Fisher n'a pas montré de différence statistiquement significative entre les différentes catégories d'IMC pour l'ensemble des critères de succès étudiés.

4.5.4.3 Impact des antécédents médicaux et des comorbidités associées

Tableau 4.27 – Analyse de l'association entre la présence d'une HTA et/ou d'un diabète et les critères de succès

Comorbidité	Critère de succès	Test statistique	p
HTA / Diabète	Succès anatomique (SA)	Test exact de Fisher	0,38
HTA / Diabète	Succès fonctionnel (SF)	Test exact de Fisher	1,00
HTA / Diabète	Satisfaction globale	Test exact de Fisher	1,00

Aucune valeur de p inférieure au seuil de significativité n'a été observée

4.5.4.4 Impact des antécédents de gestes urétraux instrumentaux et chirurgicaux

Tableau 4.28 – Comparaisons des taux de succès selon le type d'antécédent.

Comparaison	p-value
UI vs Chirurgie (SF)	0.212
Dilatation vs Chirurgie (SF)	0.234
UI vs Chirurgie (SA)	0.5595
Dilatation vs Chirurgie (SA)	0.234
UI vs Chirurgie (SG)	1.0
Dilatation vs Chirurgie (SG)	0.5269

La comparaison statistique entre les différents antécédents n'a montré **aucune différence significative** pour les trois dimensions du succès (**tableau 4.28**).

4.5.4.5 Impact de la Durée d'évolution

Tableau 4.29 – Répartition du succès fonctionnel selon la durée d'évolution de la maladie

Durée d'évolution	SF : Non	SF : Oui	Total
0–10 ans	1	19	20
11–20 ans	1	5	6
21–30 ans	1	1	2
31–40 ans	0	2	2
Total	3	27	30

Test exact de Fisher : $p = 0{,}17$.

Tableau 4.30 – Répartition du succès anatomique selon la durée d'évolution de la maladie

Durée d'évolution	SA : Non	SA : Oui	Total
0–10 ans	4	16	20
11–20 ans	1	5	6
21–30 ans	0	2	2
31–40 ans	0	2	2
Total	7	23	30

Test exact de Fisher : $p = 0{,}72$.

Tableau 4.31 – Répartition de la satisfaction globale selon la durée d'évolution de la maladie

Durée d'évolution	Satisfaction : Non	Satisfaction : Oui	Total	
0–10 ans	4	16	20	
11–20 ans	1	5	6	Test exact de Fisher
21–30 ans	1	1	2	
31–40 ans	0	2	2	
Total	6	24	30	

(Freeman–Halton) : $p = 1{,}00$.

L'analyse statistique par le test exact de Fisher n'a pas montré de différence statistiquement significative entre la durée d'évolution de la maladie et l'ensemble des critères de succès étudiés.

4.5.4.6 Impact de l'étiologie sur les résultats postopératoires

La répartition croisée des taux de succès est illustrée par la **figure 4.32**.

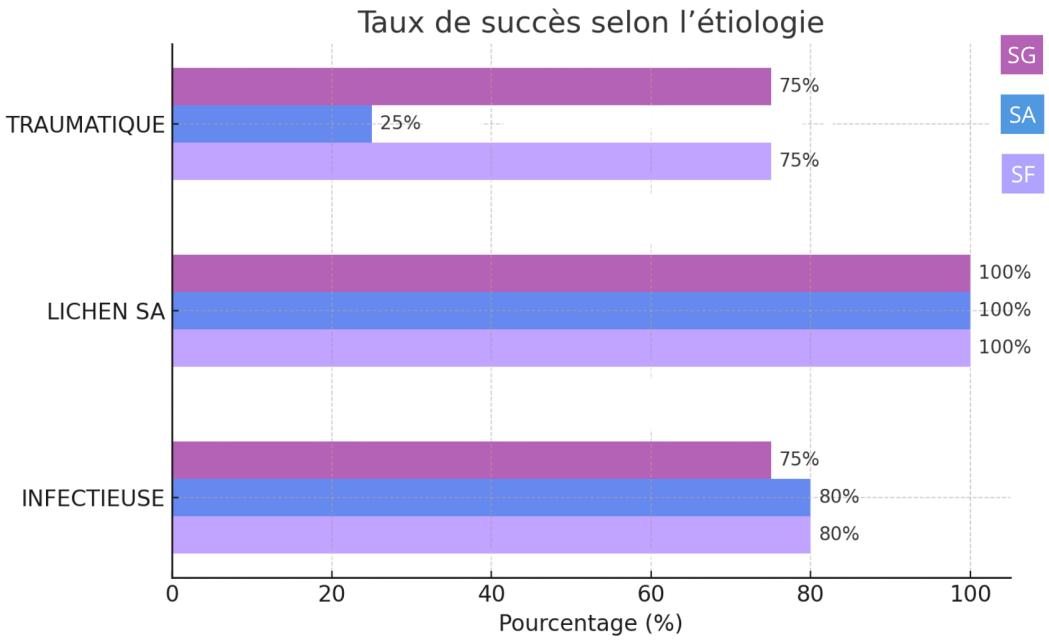


Figure 4.32 – Pourcentage de succès selon l'étiologie et le critère évalué : succès fonctionnel (SF), anatomique (SA) et satisfaction globale (SG).

Les courbes de Kaplan–Meier ont permis d'évaluer la survie du succès selon l'étiologie (**figures 4.33**, **4.34**, **4.35**).

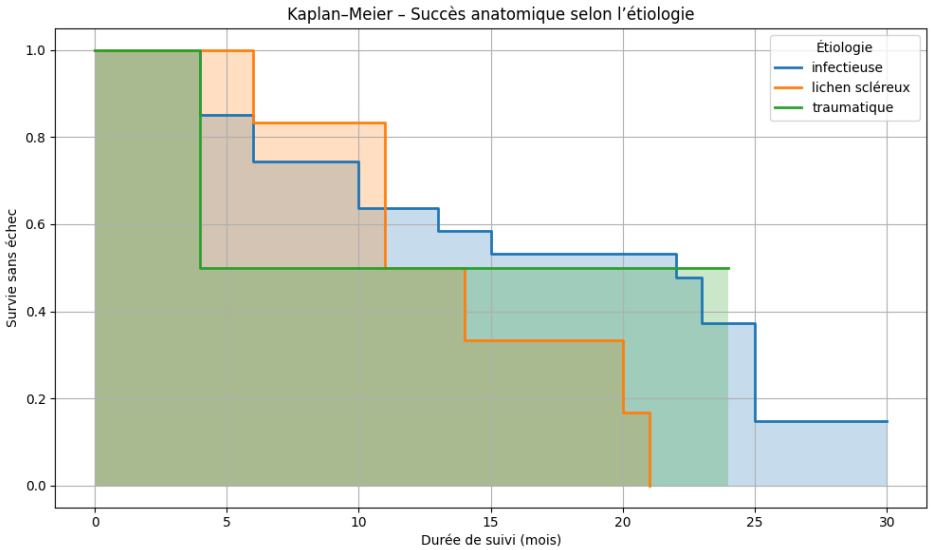


FIGURE 4.33 – Survie sans échec anatomique selon l'étiologie

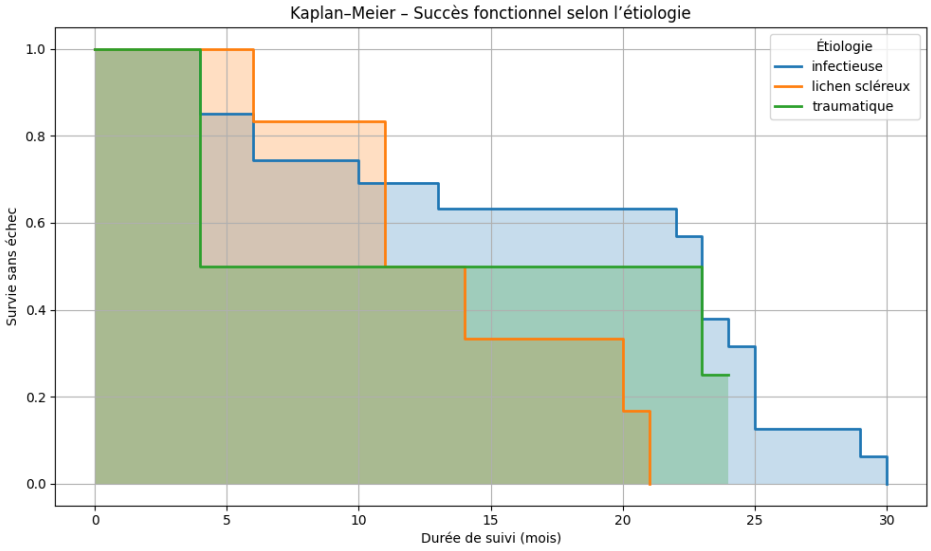


FIGURE 4.34 – Survie sans échec fonctionnel selon l'étiologie.

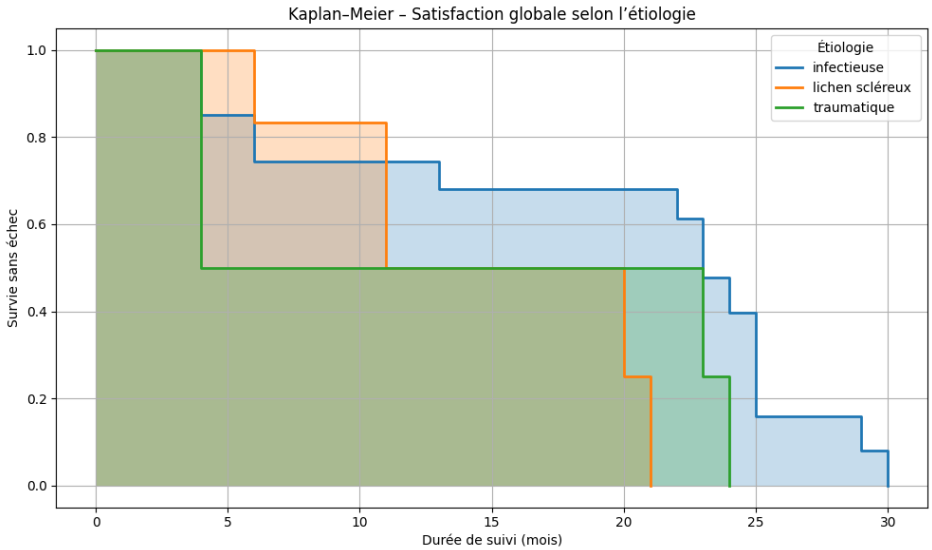


Figure 4.35 – Survie sans perte de satisfaction globale, selon l'étiologie.

Les courbes de survie montrent des profils évolutifs variables selon les groupes étiologiques. L'analyse comparative par test de Log-rank (Mantel-Cox) n'a pas mis en évidence de différence statistiquement significative entre les groupes, avec des valeurs de p respectivement de :

- $p = 0{,}279$ pour le Succès anatomique selon l'étiologie,
- $p = 0{,}139$ pour le Succès fonctionnel selon l'étiologie,
- $p = 0{,}103$ pour la Satisfaction globale selon l'étiologie.

4.5.4.7 Impact des modalités chirurgicales appliquées

Tableau 4.32 – Taux de succès selon chaque approche chirurgicale utilisée.

Approche	SF (n)	Total SF	SF (%)	SA (n)	Total SA	SA (%)	SG (n)	Total SG	SG (%)
A1	2	2	100.0	1	2	50.0	2	2	100.0
A2	1	1	100.0	1	1	100.0	1	1	100.0
A3	1	1	100.0	1	1	100.0	0	1	0.0
A4	2	3	66.67	1	3	33.33	3	3	100.0
A5	5	5	100.0	3	5	60.0	4	5	80.0
A6	1	1	100.0	1	1	100.0	1	1	100.0
A7	3	5	60.0	4	5	80.0	4	5	80.0
A8	7	7	100.0	7	7	100.0	7	7	100.0
A9	1	1	100.0	1	1	100.0	0	1	0.0
A10	1	2	50.0	2	2	100.0	2	2	100.0
A11	0	1	0.0	1	1	100.0	0	1	0.0
A12	1	1	100.0	0	1	0.0	0	1	0.0
TOTAL	25	30	83.3	23	30	76.7	24	30	80.0

Les résultats selon les différentes approches chirurgicales sont présentés dans le **tableau 4.32** (les définitions techniques figurent au **tableau 4.8**). Les taux de succès observés varient selon les techniques, certaines montrant des résultats élevés dans les trois dimensions, d'autres des performances plus hétérogènes.

4.5.4.8 Impact des caractéristiques morphométriques des sténoses

Tableau 4.33 – Analyse de l'association entre la largeur de la plaque urétrale et les critères de succès

Variable étudiée	Critère de succès	Test statistique	p
Largeur plaque (< 4 mm vs ≥ 4 mm)	Succès anatomique (SA)	Test exact de Fisher	NS
Largeur plaque (< 4 mm vs ≥ 4 mm)	Succès fonctionnel (SF)	Test exact de Fisher	NS
Largeur plaque (< 4 mm vs ≥ 4 mm)	Satisfaction globale	Test exact de Fisher	NS

Tableau 4.34 – Analyse de l'association entre la longueur de la sténose et les critères de succès

Variable étudiée	Critère de succès	Test statistique	p
Longueur (≤ 40 mm vs > 40 mm)	Succès anatomique (SA)	Test exact de Fisher	NS
Longueur (≤ 40 mm vs > 40 mm)	Succès fonctionnel (SF)	Test exact de Fisher	NS
Longueur (≤ 40 mm vs > 40 mm)	Satisfaction globale	Test exact de Fisher	NS

L'analyse statistique par le test exact de Fisher n'a pas mis en évidence de différence statistiquement significative pour l'ensemble des critères étudiés.

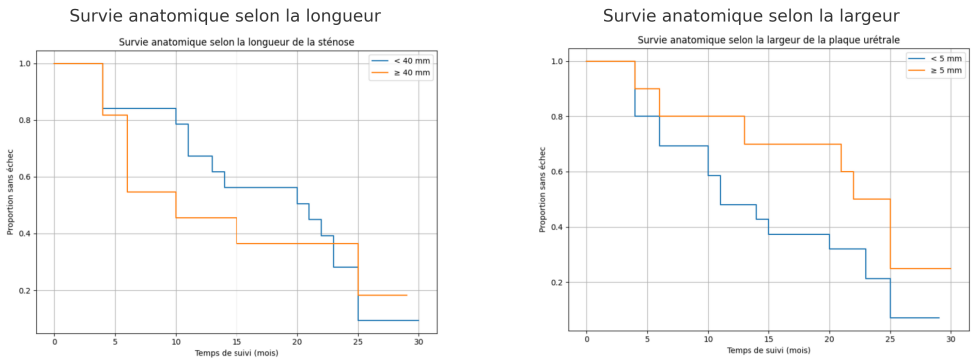


Figure 4.36 – Courbe de survie anatomique selon la longueur et la largeur de la sténose.

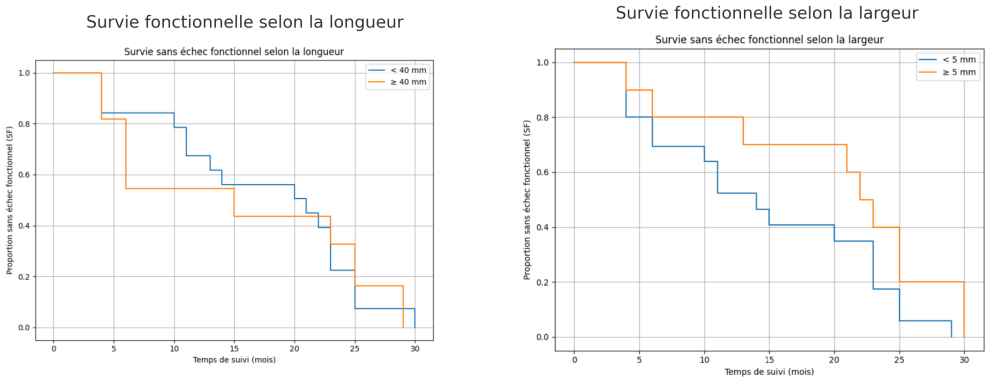


Figure 4.37 – Survie du succès anatomique selon la largeur de la plaque urétrale.

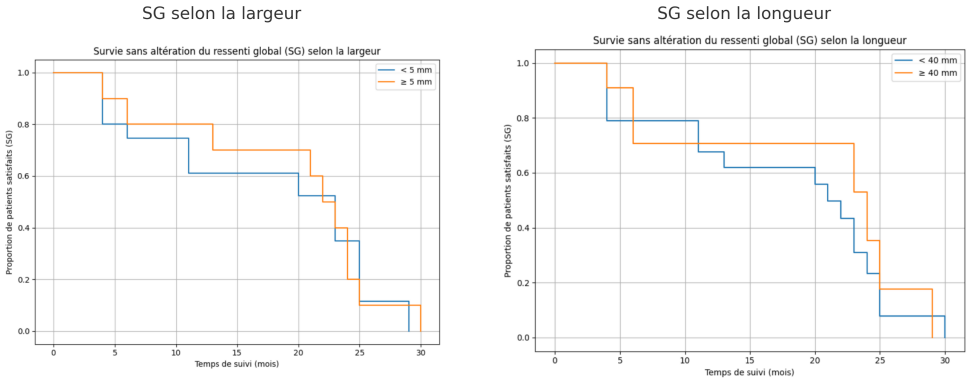


Figure 4.38 – Survie sans altération du ressenti global selon la longueur de la sténose.

Les courbes de survie du succès anatomique, du succès fonctionnel et de la satisfaction globale ont été établies selon la longueur et la largeur de la sténose. Ci-dessous les résultats du test de Log-rank (Mantel-Cox) :

- Succès anatomique selon la longueur : $p = 0{,}94$
- Succès anatomique selon la largeur : $p = 0{,}12$
- Succès fonctionnel selon la longueur et la largeur : $p = 0{,}92$
- Satisfaction globale selon la largeur : $p = 0{,}13$
- Satisfaction globale selon la longueur : $p = 0{,}13$

4.5.5 Comparaison des profils et des résultats entre les patients ayant interrompu précocement la reconstruction et ceux l'ayant poursuivie

Le tableau 4.35 présente la répartition de l'arrêt précoce du traitement selon l'âge des patients. La majorité des cas d'arrêt précoce concernait les patients âgés de **59 ans ou moins**. Le test exact de

Fisher n'a pas mis en évidence d'association significative entre l'âge et l'arrêt précoce du traitement (p = **0,39**).

TABLEAU 4.35 – Répartition de l'arrêt précoce du traitement selon l'âge des patients

Âge (ans)	Arrêt précoce : Non	Arrêt précoce : Oui	Total
≤ 59	10	5	15
> 59	13	2	15
Total	23	7	30

Test exact de Fisher : $p = 0{,}39$.

Le tableau 4.36 présente la répartition de l'arrêt précoce du traitement selon la durée d'évolution de la maladie avant la prise en charge. La majorité des cas d'arrêt précoce concernait les patients ayant une durée d'évolution comprise entre **0 et 10 ans**. Le test exact de Fisher n'a pas mis en évidence d'association significative entre la durée d'évolution de la maladie et l'arrêt précoce du traitement (p = **0,37**).

TABLEAU 4.36 – Répartition de l'arrêt précoce du traitement selon la durée d'évolution de la maladie avant la prise en charge

Durée d'évolution (ans)	Arrêt précoce : Non	Arrêt précoce : Oui	Total
0–10	14	6	20
11–20	5	1	6
21–30	2	0	2
31–40	2	0	2
Total	23	7	30

Test exact de Fisher (durée ≤ 10 ans vs > 10 ans) : $p = 0{,}37$.

4.6 Événements indésirables post-opératoires

4.6.1 Complication hémorragique post-opératoire

Un saignement du site opératoire a été observé chez un seul patient, contrôlé par des mesures locales.

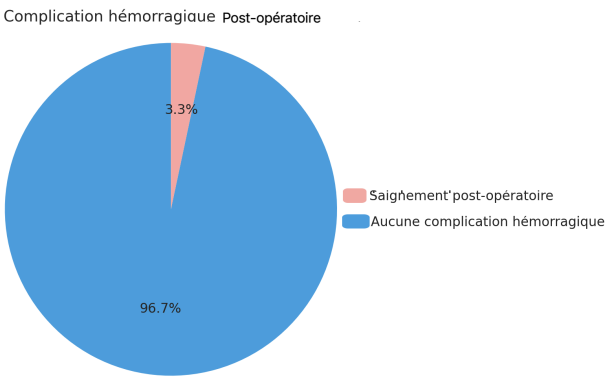


FIGURE 4.39 – Répartition des complications hémorragiques en post-opératoire.

4.6.2 Douleur post-opératoire buccale et périnéale

La douleur post-opératoire a été systématiquement évaluée selon une échelle clinique à quatre niveaux. Les douleurs postopératoires intenses restaient rares, surtout après les reconstructions par muqueuse buccale

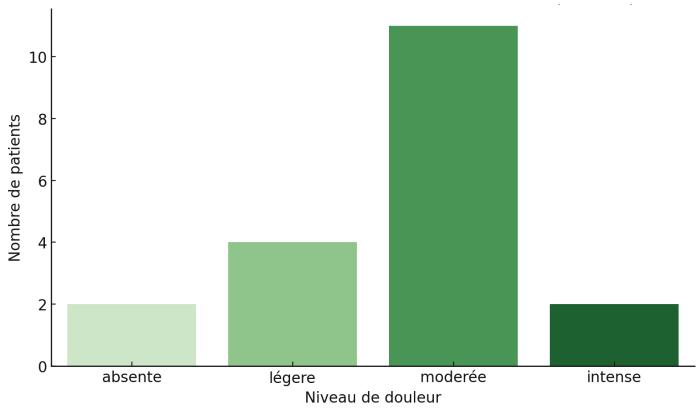


Figure 4.40 – Évaluation de la douleur buccale post-opératoire chez les patients greffés.

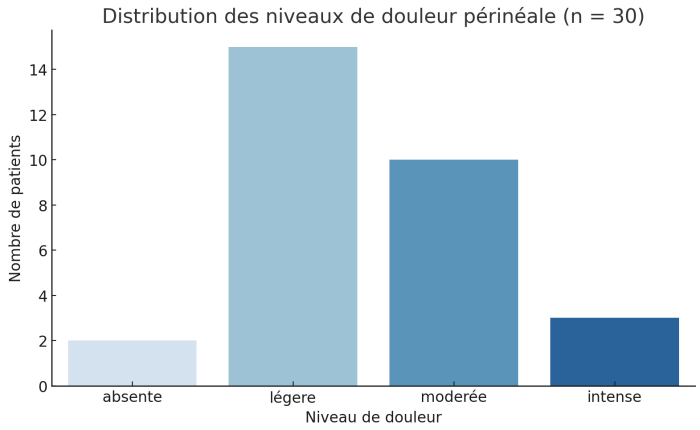


Figure 4.41 – Évaluation de la douleur périnéale post-opératoire.

4.6.3 Complications buccales liées au prélèvement

Aucune complication majeure n'a été observée au niveau buccal. Ces données sont résumées dans le **tableau 4.37**.

Tableau 4.37 – Répartition des complications observées au niveau buccal après prélèvement de la muqueuse.

Type de complication	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Aucune complication	17	85
Œdème jugal transitoire	3	15
Limitation de l'ouverture buccale	0	0.0
Douleur persistante ou gêne fonctionnelle	0	0.0
Total	20	100.0

4.6.4 Infections urinaires post-opératoires

L'infection urinaire a représenté la complication la plus fréquente, observée chez **11 patients sur 30** (**36,7 %**).

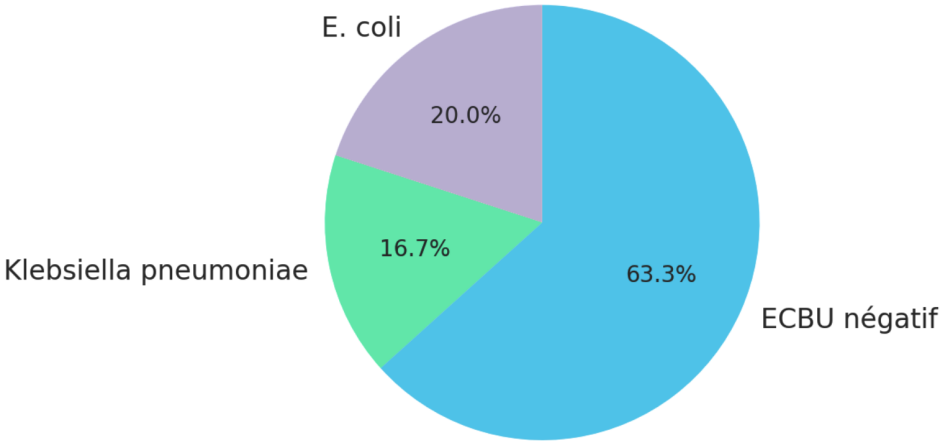


Figure 4.42 – Répartition des résultats d'ECBU post-opératoires dans la série.

4.6.5 Complications liées aux dispositifs de drainage

Globalement, **aucun incident majeur notable n'a été rapporté durant la convalescence**

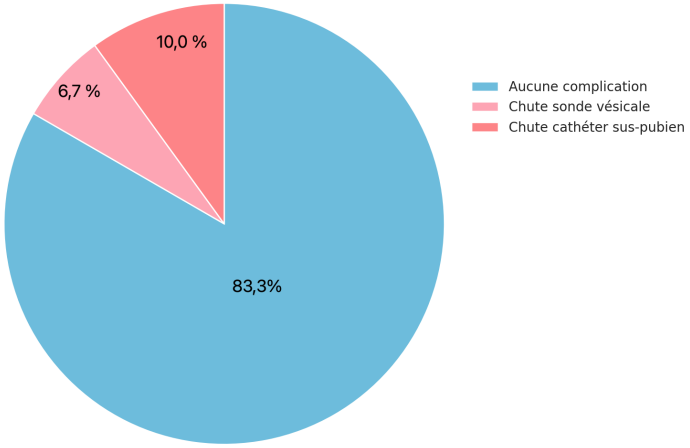


Figure 4.43 – Répartition des complications post-opératoires liées aux dispositifs de drainage.

4.6.6 Complication neurologique

Une **paresthésie périnéale transitoire** a été notée chez un seul patient, avec **récupération complète en six mois**. Aucun autre trouble neurologique n'a été observé.

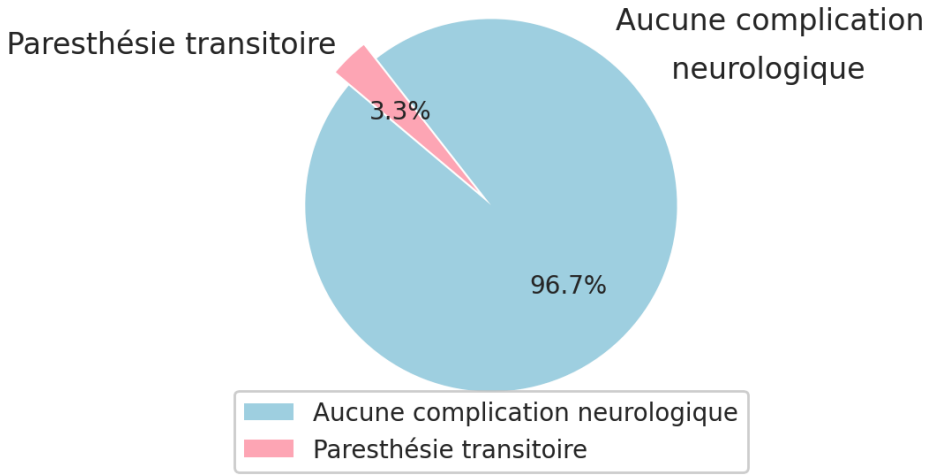


Figure 4.44 – Répartition des complications neurologiques post-opératoires dans la série.

4.6.7 Profil de morbidité post-opératoire selon la classification de Clavien-Dindo

Les complications post-opératoires ont été systématiquement classées selon la grille consensuelle de **Clavien-Dindo**, permettant une lecture standardisée de la morbidité chirurgicale.

TABLEAU 4.38 – Détail des complications post-opératoires classées selon Clavien-Dindo.

Complications rapportées	Classification proposée	Justification
Douleur modérée ou intense	I	Traitement symptomatique sans intervention lourde
Paresthésie périnéale	I	Aucun traitement spécifique hors surveillance
Infection urinaire simple (traitée par antibiothérapie)	II	Antibiotiques nécessaires
Œdème de la joue avec évolution favorable	I	Aucun traitement spécifique hors surveillance
Hémorragie locale nécessitant un pansement compressif	I	Aucun geste invasif, pas de réintervention
Nécrose du greffon (avec réhospitalisation mais sans AG)	IIIa	Soins en hospitalisation, sans anesthésie générale
Reprise chirurgicale (2e temps après échec greffe)	IIIb	Nouvelle intervention chirurgicale sous AG
Chute de sonde vésicale avec remplacement simple	I	Geste mineur sans anesthésie
Chute du cathéter sus-pubien sans remplacement	I	Aucune intervention, simple arrêt du drainage

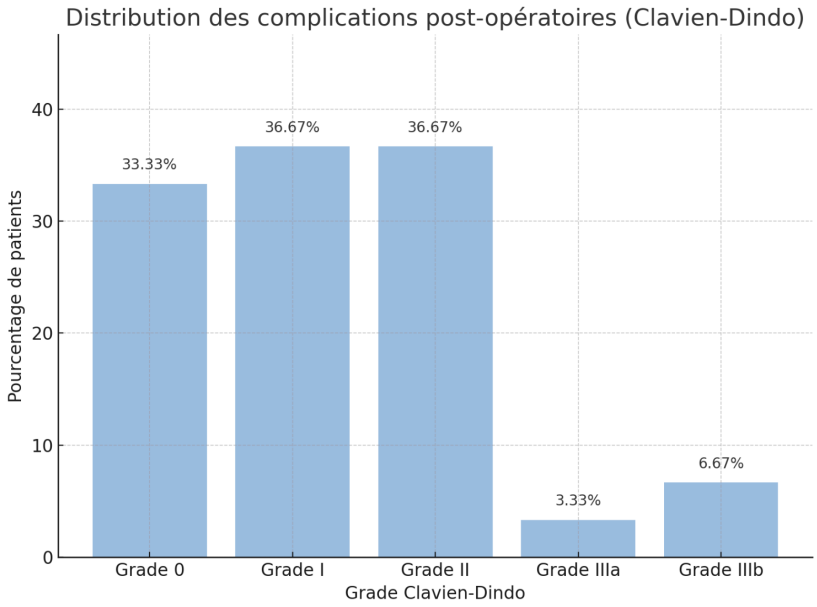


FIGURE 4.45 – Répartition des complications post-opératoires selon la classification de Clavien-Dindo dans notre série.

4.6.8 Complications tardives et échecs

Les **complications tardives** ont été rares et principalement fonctionnelles. un **échec majeur avec cathéter non sevré** a été observé chez un patient.

Tableau 4.39 – Synthèse des complications fonctionnelles et anatomiques tardives observées en post-opératoire

Type de complication	**Nombre de cas (n)**	**Pourcentage (%)**
Débit urinaire réduit sans résidu significatif	2	6,67
Fistule urinaire pénienne	1	3,3
Échec fonctionnel majeur (cathéter sus-pubien non sevré)	1	3,3
Dribbles mictionnels persistants	1	3,3
Nécrose du greffon	1	3,3
Complications buccales (site donneur)	0	0,0

Enfin, pour une lecture globale, le tableau ci-dessous présente la répartition des complications postopératoires selon les principales caractéristiques cliniques, morphométriques et étiologiques des patients, en effectifs et en pourcentages.

Tableau 4.40 – Répartition des complications post-opératoires selon les caractéristiques des patients : données croisées exprimées en effectif et pourcentage.

	Hémorragie post-opératoire locale	Œdème jugal après prélèvement buccal	Douleurs modérées, œdèmes périnéaux, paresthésie périnéale transitoire	Infection post-op	Fistule urinaire	Nécrose du greffon muqueux	Récidive ou (nécessitant une réintervention	Échec fonctionnel	Échec anatomique
Général	1 (3.33%)	2 (6.67%)	11 (36.67%)	13 (43.33%)	1 (3.33%)	1 (3.33%)	2 (6.67%)	5 (16.67%)	7 (23.33%)
Âge < 55 ans	0 (0.0%)	1 (9.09%)	3 (27.27%)	3 (27.27%)	0 (0.0%)	1 (9.09%)	0 (0.0%)	2 (18.18%)	3 (27.27%)
Âge ≥ 55 ans	1 (5.26%)	1 (5.26%)	8 (42.11%)	10 (52.63%)	1 (5.26%)	0 (0.0%)	2 (10.53%)	3 (15.79%)	4 (21.05%)
Infectieuse	1 (5.0%)	1 (5.0%)	9 (45.0%)	10 (50.0%)	1 (5.0%)	1 (5.0%)	2 (10.0%)	4 (20.0%)	4 (20.0%)
Traumatique	0 (0.0%)	1 (25.0%)	2 (50.0%)	1 (25.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (25.0%)	3 (75.0%)
LSA	0 (nan%)	0 (nan%)	0 (nan%)	0 (nan%)	0 (nan%)	0 (nan%)	0 (nan%)	0 (nan%)	0 (nan%)
Longueur < 40 mm	0 (0.0%)	2 (11.11%)	7 (38.89%)	8 (44.44%)	0 (0.0%)	1 (5.56%)	0 (0.0%)	2 (11.11%)	4 (22.22%)
Longueur ≥ 40 mm	1 (8.33%)	0 (0.0%)	4 (33.33%)	5 (41.67%)	1 (8.33%)	0 (0.0%)	2 (16.67%)	3 (25.0%)	3 (25.0%)
Largeur < 3.5 mm	1 (6.67%)	0 (0.0%)	5 (33.33%)	6 (40.0%)	1 (6.67%)	1 (6.67%)	2 (13.33%)	4 (26.67%)	2 (13.33%)
Largeur ≥ 3.5 mm	0 (0.0%)	2 (13.33%)	6 (40.0%)	7 (46.67%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (6.67%)	5 (33.33%)
MB seul	0 (0.0%)	2 (18.18%)	7 (63.64%)	5 (45.45%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (9.09%)	5 (45.45%)
MB + PEAU	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (37.5%)	5 (62.5%)	1 (12.5%)	1 (12.5%)	2 (25.0%)	3 (37.5%)	1 (12.5%)
PEAU seule	1 (33.33%)	0 (0.0%)	1 (33.33%)	2 (66.67%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (33.33%)	0 (0.0%)
Sans substitution	0 (nan%)	0 (nan%)	0 (nan%)	0 (nan%)	0 (nan%)	0 (nan%)	0 (nan%)	0 (nan%)	0 (nan%)
Lambeau testiculaire	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (100.0%)

Chapitre 5

DISCUSSION

5.1 Synthèse des principaux résultats de la série

Dans notre série, la population étudiée était majoritairement âgée, tout en incluant également des patients plus jeunes, souvent marqués par des antécédents urologiques lourds et répétés.

Les lésions étaient principalement localisées au niveau de l'urètre bulbaire et d'origine infectieuse.

Sur le plan des résultats, les taux de succès anatomique, fonctionnel et de satisfaction globale étaient globalement élevés. Aucune association statistiquement significative n'a été mise en évidence entre ces résultats et les principaux facteurs cliniques et morphométriques analysés.

5.2 Mise en perspective avec les données de la littérature

5.2.1 Rareté des séries comparables et hétérogénéité des définitions

La littérature récente sur les sténoses urétrales complexes et à lumières oblitérées reste limitée, et les séries véritablement comparables à la nôtre sont rares. Le **tableau 5.1** synthétise les caractéristiques principales de ces séries sélectionnées.

Cette rareté s'accompagne d'une grande variabilité méthodologique, tant sur le plan des populations étudiées que sur celui des techniques chirurgicales employées et des critères d'évaluation retenus, rendant les comparaisons directes délicates.

TABLEAU 5.1 – Comparaison des caractéristiques des principales séries internationales. *Abréviations* : GMB = greffe de muqueuse buccale ; MB = muqueuse buccale ; UTT = urétroplastie T-T ; Nb = nombre.

Auteur(s)	Année	Pays	Nb patients	Moy d'age	Lumiere Urétrale	Précence de Kt sus-pubien	Tissu utilisé	Technique	Suivi moyen (mois)	Siége
Hudak et al.	2012	USA + Inde	36	45.9	-	-	MB	GMB dorsale + ventrale (1 seul temps)	15.7	Bulbaire, Pénien, Pan-urétral
Xue et al.	2016	Chine	42	45	**0–6 Fr**	-	Lambeau cutané (prépuce/pénien)	Tubulisation 1 seul temps	65	Bulbaire, Pénien, Pan-urétral
Kojovic et al.	2018	Serbie	46	48	-	-	MB + Lambeau cutané	1 temps (tubulisation)	49	Bulbaire, pénien
Claassen et al.	2019	Afrique du Sud	58	47	-	**64,9 %**	Divers (MB, UTT, lambeau)	Plusieurs techniques	48	Bulbaire, pénien
Rajaian et al.	2019	Inde	21	42.8	**4–9 Fr**	-	MB	Non-transecting dorsale + ventrale	33	Bulbaire
Enganti et al.	2020	Inde	37	50	**3–6 Fr**	-	MB	GMB dorsale + ventrale	36	Bulbaire
Akpayak et al.	2020	Nigéria	24	70	-	**62,5 %**	-	-	-	Bulbaire, pénien
Ballesteros Ruiz et al.	2022	Inde	59	37	**0–3 Fr**	**34,5 %**	MB	GMB dorsale + ventrale	30.9	Bulbaire
Notre série	**2025**	**Algérie**	**30**	**57.9**	**0–5 Fr**	**100 %**	**MB / staged / peau / vaginale testiculaire**	**Multimodale (staged + greffe + lambeau)**	**18.2**	**Bulbaire, Pénien Pan-urétral**

5.2.2 Positionnement qualitatif de notre série

Il est à noter que les **définitions du succès varient considérablement** d'une étude à l'autre. Dans la majorité des travaux, le succès est défini par l'**absence de réintervention**, parfois utili-

sée comme critère unique, tandis que d'autres auteurs y associent des paramètres fonctionnels ou subjectifs. Cette hétérogénéité explique en grande partie la dispersion des résultats rapportés.

Le **tableau 5.2** illustre cette diversité en présentant, pour chaque étude, les critères de jugement retenus. Il permet aussi de situer notre cohorte au sein des séries contemporaines publiées, suggérant que des résultats comparables peuvent être obtenus dans nos contextes cliniques complexes, sous réserve d'une adaptation raisonnée des stratégies de reconstruction.

Tableau 5.2 – Comparaison des taux de succès et de la durée de suivi dans les études internationales majeures et dans notre cohorte.

Auteur(s)	Année	Pays	Nb patients	Longueur moyenne	CH	Critere de jugement	Taux de succès
Hudak et al.	2012	USA + Inde	36	4.5 cm	-	Absence de récidive nécessitant une réintervention chirurgicale.	**89 %**
Gelman & Siegel	2014	USA	18	4.5 cm (estimée)	-	absence de récidive clinique ou endoscopique nécessitant un traitement supplémentaire	**94–100%**
Xue et al.	2016	Chine	42	6.38 cm	0-6 fr	absence de récidive nécessitant un geste complémentaire	**70–85%**
Kojovic et al.	2018	Serbie	46	5.2 cm	-	Absence de réintervention, absence de complication + obtention d'une miction satisfaisante au suivi final.	**78.3%**
Rajaian et al.	2019	Inde	21	3.9 cm	4-9 fr	**absence de récidive clinique ou endoscopique,** défini par un débit urinaire satisfaisant (≥ 15 ml/s) et un calibre urétral ≥ 20 Fr.	**90.47%**
Claassen et al.	2019	Afrique du Sud	58	Variable	-	absence de récidive nécessitant une nouvelle intervention	**8.3–73.3%**
Enganti et al.	2020	Inde	37	5.2 cm	3-6 fr	miction normale sans nécessité d'instrumentation pour améliorer le débit urinaire. (dilatation, UI)	**86.5%**
Ballesteros Ruiz et al.	2022	Inde	59	5 cm	0-3 fr	absence de récidive nécessitant une intervention (endoscopique ou chirurgicale) au cours du suivi.	**88 %**
Gazder et al.	2024	Pakistan	43	>2 cm	-	catheter-free + Qmax > 15 ml/s, sans besoin de geste complémentaire.	**88.4%**
Notre série	**2025**	**Algérie**	**30**	**4.33 cm**	**0-5**	**SA + SF + SG**	**83.4% - 93.4%**

5.3 Facteurs pronostiques et éléments guidant la prise en charge

5.3.1 Facteurs liés au patient

5.3.1.1 Age

Notre cohorte se caractérise par une population globalement plus âgée que celle rapportée dans la majorité des séries internationales, une observation conforme aux données épidémiologiques montrant une augmentation de l'incidence des sténoses urétrales avec l'âge [147]. Cette tendance s'explique probablement par l'accumulation progressive de facteurs de risque iatrogènes au fil du temps, auxquels s'ajoutent certaines causes infectieuses ou inflammatoires comme le lichen scléreux. Les étiologies traumatiques ou liées aux hypospadias prédominent chez les patients plus jeunes [41, 148].

Les séries internationales rapportent globalement des âges inférieurs à ceux observés dans notre cohorte, bien que la majorité concerne des sténoses complexes d'étiologies différentes, sans précision systématique sur le caractère oblitéré de la lumière urétrale, ce qui en limite la comparabilité directe [123, 149, 150, 151, 152, 153].

La présence d'une population plus âgée, souvent marquée par des comorbidités et des parcours thérapeutiques prolongés, souligne la capacité de notre approche à s'adapter à des situations cliniques complexes.

Il convient de rappeler que notre cohorte incluait également des **patients jeunes**, dont certains ont volontairement choisi de s'arrêter à une mise à plat simple. Ce choix, qui peut sembler contre-intuitif dans d'autres contextes, reflète une réalité propre à notre environnement de soins.

Ce phénomène a été principalement décrit dans la littérature chez des patients plus âgés, et s'inscrit dans une approche centrée sur le bénéfice fonctionnel perçu plutôt que sur l'âge chronologique [4]. Cependant, dans notre série, ce type de trajectoire a également été observé chez des patients jeunes.

Ce constat constitue un enseignement important de notre étude, soulignant que la logique décisionnelle ne se limite pas à une problématique liée à l'avancée en âge.

Toutefois, des travaux complémentaires, reposant sur des effectifs plus larges et des méthodologies comparatives, demeurent nécessaires afin de confirmer ou d'infirmer ce constat.

Un autre point essentiel à souligner est que, malgré une tendance à de meilleurs résultats observée chez les patients les plus âgés, aucune relation statistiquement significative n'a été mise en évidence entre l'âge et les différents critères de succès. Cette observation mérite néanmoins d'être discutée.

Elle pourrait refléter des différences dans les attentes thérapeutiques et dans la perception du bénéfice fonctionnel selon l'âge. Les patients plus âgés semblent parfois privilégier l'obtention d'un équilibre fonctionnel jugé satisfaisant, même en l'absence d'une restitution anatomique optimale, tandis que les patients plus jeunes apparaissent souvent plus sensibles aux dimensions fonctionnelles, sexuelles ou esthétiques de la reconstruction.

Enfin, **dans notre série, l'âge n'apparaît pas non plus comme un facteur déterminant de la récidive postopératoire**.

Favre et al. [154], dans une large cohorte rétrospective de 783 patients, rapportent que l'âge n'est pas un facteur prédictif indépendant de la resténose. Le seul facteur associé à la récidive était la complexité opératoire, qui augmentait significativement le risque de resténose. Le critère de succès retenu dans cette étude était l'**absence de resténose**.

De manière concordante, Levy et al. [155], dans une étude multicentrique portant sur 322 urétroplasties, concluent que l'âge n'impacte pas les résultats fonctionnels ni anatomiques. Leur définition

du succès reposait sur l'**absence de reprise chirurgicale après urétroplastie**.

En revanche, Pallares-Méndez et al. [156], dans une série plus limitée de 29 patients, **identifient l'âge comme un facteur de risque significatif de récidive**.

Tableau 5.3 – Âge médian des patients dans les principales séries de reconstruction urétrale pour sténoses complexes, comparé à notre cohorte.

Série	Année	Nombre	Pays	Age médian	Étiologie
Barbagli et al.	2006	31	Italie	**32,2**	Hypospadias échoué
ANDRICH et al.	2003	103	UK	**36,4**	Hypospadias échoué, LSA
Kozinn et al.	2013	91	USA	**45**	Hypospadias échoué, LSA
Hudak et al.	2008	15	USA	**45,9**	Hypospadias échoué, LSA, infectieuse, idiopathique , traumatique
Joshi et al.	2017	38	Inde	**49**	Hypospadias échoué, LSA
Notre série	2025	30	Algérie	**59.0**	LSA, infectieuse, traumatique

5.3.1.2 IMC

L'influence de l'IMC sur les résultats de l'urétroplastie reste un sujet débattu dans la littérature. Certaines études évoquent l'effet délétère de l'obésité sur les résultats chirurgicaux, en particulier sur le taux de complications et le risque de récidive. Kay *et al.* [157], Breyer *et al.* [158] et Chapman *et al.* [159] et Shalkamy *et al.* [160] ont notamment montré que l'IMC élevé pouvait être associé à une augmentation des échecs de l'urétropalstie. En revanche, d'autres travaux — notamment la série multicentrique de Patrick Mershon *et al.* portant sur 201 patients [161], ainsi que celle de Alger *et al.* incluant 210 patients [162] — n'ont pas retrouvé d'association statistiquement significative entre l'obésité et le risque de récidive.

Dans notre série, l'IMC n'est pas apparu comme un facteur pronostique des résultats anatomiques, fonctionnels ou de la satisfaction globale. Néanmoins, un IMC élevé a parfois été associé à des contraintes pratiques en période postopératoire, telles qu'une macération locale, un décollement précoce des pansements ou un risque infectieux accru, souvent en lien avec des comorbidités métaboliques associées. Ces éléments ont justifié une surveillance renforcée, sans retentissement objectivable sur les résultats finaux.

Ainsi, nos données suggèrent que l'IMC, pris isolément, ne constitue pas un facteur décisionnel majeur en reconstruction urétrale, et que l'indication chirurgicale doit reposer sur une évaluation globale du patient et de la sténose.

5.3.1.3 Antécédents médicaux et comorbidités associées

L'impact des comorbidités générales sur les résultats de l'urétroplastie a été exploré dans plusieurs études de grande ampleur, avec des résultats parfois divergents. Dans une analyse portant sur plus de 13 700 patients suivis sur dix ans, Blaschko *et al.* [163] ont mis en évidence un risque accru de complications postopératoires chez les patients plus âgés, afro-américains ou présentant un nombre élevé de comorbidités chroniques.

De manière concordante, Levy *et al.* [155], dans une étude multicentrique incluant 322 patients, ont suggéré que certaines comorbidités pouvaient influencer les résultats après reconstruction urétrale.

À l'inverse, des données plus récentes nuancent l'impact direct des co-morbidités. Meyer *et al.* [164], dans une large cohorte de 1 039 patients suivis sur huit ans, n'ont retrouvé **aucune influence indépendante** des facteurs de risque cardiovasculaires ou métaboliques sur les taux de ré-

cidive. Les auteurs ont avancé l'hypothèse selon laquelle la qualité de la micro-vascularisation locale du corps spongieux, plutôt que les co-morbidités globales, constituerait le déterminant principal de la néo vascularisation du greffon et du succès de la reconstruction. Cette position est également soutenue par Kay *et al.* [157], qui insistent sur la nécessité de relativiser l'impact isolé des co-morbidités générales.

Dans notre expérience, l'analyse statistique n'a pas mis en évidence d'influence significative des co-morbidités sur les résultats anatomiques, fonctionnels ou la satisfaction globale. Ces observations rejoignent les données les plus récentes de la littérature et suggèrent que les co-morbidités ne constituent pas, en elles-mêmes, un facteur pronostique défavorable.

5.3.1.4 Profil sociogéographique des patients

Sur le plan socio-économique, la majorité des patients provenaient de milieux modestes, souvent marqués par une instabilité professionnelle et un accès limité à l'information médicale. Ce contexte, associé à un niveau d'instruction variable, constitue un déterminant important du parcours de soins, en favorisant les retards diagnostiques, les ruptures de suivi et une compréhension parfois incomplète des enjeux thérapeutiques.

Ces déterminants sociogéographiques tendent à amplifier la gravité des tableaux cliniques rencontrés, en orientant les patients vers des prises en charge tardives ou inadaptées. Ainsi, contrairement aux pays industrialisés [165], l'obstruction sous-vésicale dans les contextes à ressources limitées ne se résume pas à l'hyperplasie bénigne de la prostate, mais est fréquemment liée à des sténoses urétrales, [166, 167].

5.3.1.5 Perception des résultats par le patient et apport du score CURES

La perception subjective des résultats par le patient constitue un facteur impactant l'évaluation des résultats.

Dans notre travail, l'utilisation du **score CURES**, bien que de nature exploratoire et non validée, a permis d'apporter des enseignements intéressants sur cette dimension, parfois dissociée des critères anatomiques ou fonctionnels retenus.

Dans notre série, certains patients ont déclaré une satisfaction mictionnelle modérée malgré la présence d'un cathéter sus-pubien. Ce constat peut traduire soit un phénomène d'habituation progressive à ce dispositif, soit une compréhension imparfaite de certaines questions du questionnaire, soulignant les limites inhérentes à l'évaluation subjective.

La dimension sexuelle a également montré une variabilité marquée. Plusieurs patients ayant initialement coché l'option *« non concerné »* ont, au cours du suivi, rapporté une amélioration ou une satisfaction dans ce domaine. Cette évolution pourrait refléter un regain d'intérêt progressif pour la fonction sexuelle après l'amélioration de la qualité de vie globale, suggérant que certaines dimensions fonctionnelles ne sont parfois envisagées qu'après la levée des contraintes urinaires majeures.

Enfin, il est apparu que certains patients déclaraient une insatisfaction globale malgré des résultats anatomiques et fonctionnels jugés satisfaisants sur le plan médical. Ce décalage met en évidence la complexité de la notion de satisfaction, qui dépasse largement les seuls critères objectifs et semble influencée par des facteurs multiples, notamment socioculturels, psychologiques et contextuels.

Ces observations doivent être interprétées avec une grande prudence, le score CURES n'ayant pas vocation à fournir des conclusions définitives. Elles ouvrent néanmoins des pistes de réflexion importantes, soulignant que l'évaluation des résultats en reconstruction urétrale ne saurait se limiter à des paramètres techniques, et que l'intégration du ressenti du patient constitue une dimension indispensable de toute approche réellement centrée sur la personne.

5.3.2 Facteurs liés à l'histoire évolutive de la sténose urétrale

5.3.2.1 Durée d'évolution avant la prise en charge

Dans notre cohorte, la durée d'évolution avant la prise en charge reconstructrice était longue, souvent étalée sur plusieurs années, voire décennies. Cette chronicité traduit un retard d'orientation vers des structures spécialisées, au profit de stratégies palliatives répétées, avec un impact progressif sur la qualité tissulaire et la complexité de la reconstruction.

Ces résultats rejoignent les observations de Hudak *et al.* [171], qui, dans une cohorte de 101 patients, ont montré que la répétition des gestes endo-urétraux (urétrotomies, dilatations) prolongeait fortement le délai d'accès à la chirurgie reconstructrice, avec un temps moyen avant urétroplastie près de huit fois plus long chez les patients ayant subi des traitements endoscopiques répétés..

Les données africaines confirment que cette ancienneté n'est pas seulement liée aux patients mais aussi à l'organisation des soins. Ainsi, Oranusi *et al.* [172], dans une enquête nationale auprès d'urologues nigérians, rapportent que près de deux tiers des praticiens différeraient volontairement l'urétroplastie de 3 à 6 mois après le diagnostic. L'étude souligne également que la majorité des jeunes urologues réalisent très peu d'urétroplasties par an, ce qui entretient la prédominance des approches palliatives.

Dans notre contexte algérien, des mécanismes comparables expliquent l'arrivée tardive des patients à la reconstruction, auxquels s'ajoutent des facteurs socio-économiques, culturels et structurels limitant l'accès précoce aux soins spécialisés.

Dans notre série, l'absence de relation statistiquement significative pourrait en partie s'expliquer par l'adaptation de la stratégie chirurgicale à l'état tissulaire au moment de l'intervention, atténuant ainsi l'influence de la durée d'évolution de la maladie sur les résultats.

5.3.2.2 Impact des antécédents de gestes urétraux instrumentaux et chirurgicaux

Les antécédents urologiques étaient omniprésents dans notre cohorte : 100 % des patients avaient déjà subi au moins une intervention sur l'uretre, un taux comparable à celui rapporté par Ballesteros Ruiz [173], témoigne de la fréquence des échecs itératifs et du caractère évolutif des sténoses traitées. Il est désormais bien établi que les interventions endo-urologiques répétées, et notamment les urétrotomies internes, n'apportent qu'un bénéfice temporaire et compromettent les options chirurgicales futures [174, 175]. Au-delà de l'allongement des sténoses ou de la fibrose accrue, les **traitements endo-urétraux** — et notamment les **urétrotomies internes répétées** — induisent des **dommages anatomiques majeurs** qui compliquent considérablement la dissection chirurgicale. En particulier, l'un des problèmes les plus fréquemment rencontrés dans notre série fut la **perte du plan de clivage caverneux-spongieux**, rendu difficile par les cicatrices profondes et la désorganisation des tissus.

La **dilatation**, quant à elle, altère l'ensemble de la circonférence urétrale, compromettant la **vascularisation du futur lit de greffe**. Ces zones, devenues fibreuses et mal irriguées, constituent un environnement peu propice à une revascularisation optimale du greffon. Ce **déficit vasculaire** explique probablement dans notre série la cicatrisation lente observée après les mises à plat, avec des **bords spongieux fibreux ,peu saignants**, et une **plaque urétrale de très mauvaise qualité**. Dans ce contexte, le **risque infectieux** est également accru, en raison de cette mauvaise vascularisation et de tissus qui se défendent mal.

Dans notre série, La comparaison statistique entre les différents antécédents n'a mis en évidence aucune différence significative pour les trois dimensions du succès. Cette absence de significativité mérite toutefois d'être discutée.

Elle pourrait s'expliquer par le fait que l'approche individualisée adoptée dans notre protocole a permis d'atténuer, voire d'absorber, l'impact potentiellement délétère de certains antécédents uro-

logiques sur les résultats postopératoires.

TABLEAU 5.4 – Comparaison des antécédents urologiques et des traitements antérieurs dans les principales séries de sténoses urétrales complexes, comparée à notre cohorte.

Auteur(s)	Année	Pays	Nombre	Atcds	Dilatations	UI	Chirurgie ouverte
Hudak et al.	2012	USA + Inde	36	80 %	61 %	61 %	19 %
Ballesteros Ruiz et al.	2022	Inde	59	100 %	13,6 %	50 %	36,4 %
Enganti et al.	2020	Inde	37	89 %	-	89 %	-
Rajaian et al.	2019	Inde	21	42,85 %	23,8 %	33,3 %	4,8 %
Notre série	**2025**	**Algérie**	**30**	**100 %**	**70 %**	**90 %**	**13,3 %**

5.3.3 Facteurs morphologiques et lésionnels

5.3.3.1 Topographie des sténoses

La topographie des sténoses urétrales dépend étroitement de l'étiologie, les sténoses post-traumatiques touchant préférentiellement l'urètre bulbaire, tandis que celles liées au lichen scléreux prédominent au niveau de l'uretre pénien et de la fossette naviculaire.

Dans notre série, cette tendance est confirmée. En cohérence avec les données de la littérature [152, 176, 177] (**voir tableau 5.5**).

Au-delà de la localisation, la topographie des sténoses influence directement les modalités de reconstruction ainsi que leurs répercussions fonctionnelles et psychologiques. Les sténoses bulbaires oblitérée et complexes, peuvent nécessiter une reconstruction en deux temps avec périnéostomie temporaire, parfois mal tolérée sur le plan de l'image corporelle. À l'inverse, lorsque les sténoses péniennes évoluent vers un traitement en deux temps, elles aboutissent le plus souvent à un hypospadias fonctionnel, généralement mieux accepté par les patients.

Dans notre série, ce risque est accentué par la sous-estimation fréquente de la longueur réelle des sténoses à l'UCRM, exposant à des adaptations peropératoires imprévues. Cette éventualité d'un traitement en deux temps est bien décrite dans la littérature, notamment dans les sténoses longues ou opérées sur terrain délabré [178].

Tableau 5.5 – Répartition des localisations urétrales (pénienne, bulbaire, pan-urétrale) dans les principales séries contemporaines, comparée à notre cohorte.

Auteur(s)	Année	Pays	Nb patients	Pénien	Bulbaire	Pan-urétral
Hudak et al.	2012	USA + Inde	36	19 %	61 %	20 %
Kojovic et al.	2018	Serbie	46	82,6 %	19,4 %	-
Ballesteros Ruiz et al.	2022	Inde	59	-	100 %	-
Enganti et al.	2020	Inde	37	-	100 %	-
Rajaian et al.	2019	Inde	21	-	100 %	-
Xue et al.	2016	Chine	42	47,61 %	28,57 %	23,80 %
Notre série	**2025**	**Algérie**	**30**	**31,2 %**	**50 %**	**18,8 %**

5.3.3.2 Étiologies des sténoses urétrales

L'identification étiologique a reposé sur une reconstitution minutieuse de l'historique personnel de chaque patient, intégrant l'interrogatoire, les antécédents, les comptes rendus opératoires antérieurs et, lorsque disponibles, les données endoscopiques ou radiologiques. Cette démarche multidimensionnelle a permis d'attribuer une **étiologie probable ou certaine à l'ensemble des cas**, aucune sténose idiopathique n'ayant été retenue.

Dans plusieurs situations, des formes à étiologie composite ont été observées, notamment chez les patients à évolution ancienne ou ayant subi des gestes endo-urétraux répétés. La classification adoptée repose donc sur l'étiologie dominante, définie à partir du contexte évolutif et des données cliniques et histologiques disponibles.

La répartition des étiologies dans notre cohorte se distingue de celle rapportée dans de nombreuses séries contemporaines (**tableau 5.6**), avec une prédominance des sténoses d'origine infectieuse. Cette distribution, déjà décrite dans plusieurs séries africaines, contraste avec les séries occidentales ou asiatiques, plus souvent dominées par les étiologies iatrogènes ou inflammatoires. Ce constat, s'inscrit dans une tendance déjà observée dans plusieurs séries africaines, telles que celles rapportées par Akpayak *et al.* [179] et Fall *et al.* [180], bien que ces dernières ne soient pas exclusivement centrées sur les formes complexes.

Cette variabilité rend parfois la comparaison difficile, d'autant que certaines séries ciblent des profils très spécifiques, comme les séquelles d'hypospadias chez Barbagli [149], ou les sténoses inflammatoires non traumatiques chez Enganti [181].

• L'**étiologie infectieuse**, constitue un défi chirurgical majeur, notamment en contexte de greffe , en raison de l'altération diffuse du tissu spongieux, du risque infectieux postopératoire et de l'imprévisibilité de l'extension réelle de la spongiofibrose.

• Le **lichen scléreux** (ou balanite xérotique oblitérante, BXO), représentait la deuxième étiologie la plus fréquente. Dans ce contexte, la muqueuse buccale demeure le tissu de substitution de référence, l'utilisation de la peau étant contre-indiquée en raison du risque de persistance ou de réactivation inflammatoire. La biopsie conserve un intérêt essentiel, tant diagnostique que pronostique, notamment au regard du risque de dégénérescence maligne décrit dans certaines formes évoluées.

Cette étiologie mérite aussi une attention particulière, parce qu'elle pourrait devenir plus fréquente à l'avenir, notamment en lien avec l'usage croissant des instruments endo-urétraux, dont le rôle favorisant les lésions inflammatoires chroniques a été suggéré.

• Enfin, les sténoses **traumatiques** demeurent particulièrement complexes, surtout en cas de

traumatisme périnéal sévère ou de prise en charge initiale inadéquate. L'iatrogénie, notamment liée aux gestes instrumentaux répétés, apparaît probablement sous-estimée et pourrait représenter une cause croissante de sténoses complexes à l'avenir.

L'analyse comparative selon l'étiologie n'a mis en évidence aucune différence statistiquement significative concernant le succès anatomique, fonctionnel ou la satisfaction globale. Cette absence d'impact pronostique direct suggère que, dans notre cohorte, l'adaptation chirurgicale individualisée a permis d'atténuer l'influence de l'étiologie initiale sur les résultats, conformément à la philosophie du protocole CIRTÉEN.

Tableau 5.6 – Répartition des étiologies des sténoses urétrales complexes dans les séries sélectionnées, comparée à notre cohorte.

Auteur(s)	Année	Pays	Nb patients	Moyenne d'âge	Étiologie infectieuse	Traumatique / Iatrogene	LSA	Idiopathique	Hypospadias échoué
ANDRICH et al.	2003	UK	103	36,4	0 %	0 %	21,4 %	-	38,9 %
Barbagli et al.	2006	Italie	31	32,2	-	-	-	-	100 %
Fall et al.	2011	Sénégal	414	-	63 %	21,9 %	-	-	0 %
Hudak et al.	2012	USA + Inde	36	45,9	11 %	30 %	19 %	33 %	6 %
Kozinn et al.	2013	USA	91	45	0 %	0 %	31,9 %	-	45,1 %
Xue et al.	2016	Chine	42	45	-	23,8% / 35,14%	30,95 %	9,52 %	-
Joshi et al.	2017	Inde	38	49	-	-	-	-	42,1 %
Lumen et al.	2019	Belgique	268	-	3,73 %	60,05 %	4,85 %	-	32 %
Enganti et al.	2020	Inde	37	50	-	5 %	0 %	19 %	27 %
Akpayak et al.	2020	Négéria	24	-	70 %	20,2 %	-	-	-
Ruiz et al.	2022	Inde	59	37	5,1 %	24,4 %	25,4 %	39 %	-
Notre série	**2025**	**Algérie**	**30**	**57,9**	**63,3 %**	**13,6 %**	**20 %**	**-**	**-**

5.3.3.3 Environnement infectieux préopératoire (ECBU)

Chez les patients porteurs d'un cathéter sus-pubien au long cours, la colonisation urinaire chronique est fréquemment associée à une inflammation persistante de l'épithélium urétral et du tissu spongieux, susceptible d'altérer la qualité tissulaire et les capacités de cicatrisation [35]. Cette situation est particulièrement observée dans les contextes à ressources limitées, où les infections urinaires récidivantes précèdent souvent la prise en charge chirurgicale spécialisée [182].

Une **stérilisation urinaire stricte** est recommandée avant toute urétroplastie, non seulement pour réduire le risque de complication septique, mais également pour **optimiser la prise du greffon et la revascularisation locale** [183].

Dans notre cohorte, la positivité de l'ECBU préopératoire ne s'est pas traduite par une influence mesurable sur les résultats anatomiques ou fonctionnels. Ce constat suggère que la simple présence d'une colonisation bactérienne, en l'absence d'infection active non contrôlée, ne constitue pas en soi un facteur limitant de la reconstruction lorsqu'une préparation préopératoire adaptée est assurée.

La prédominance de bactéries commensales et de germes hospitaliers reflète vraisemblablement des parcours de soins marqués par des gestes instrumentaux répétés et un port prolongé de dispositifs de drainage. Si cette colonisation polymicrobienne n'a pas impacté directement les taux de succès, elle peut néanmoins traduire un terrain inflammatoire chronique, susceptible d'altérer la qualité du lit receveur, en particulier dans des tissus déjà fragilisés par des agressions itératives.

Ces éléments renforcent l'idée que ce n'est pas la positivité microbiologique isolée qui conditionne l'issue de la reconstruction, mais plutôt l'état tissulaire global et la capacité du chirurgien à adapter la stratégie opératoire au contexte local.

5.3.3.4 Caractéristiques morphométriques des sténoses

La complexité des sténoses urétrales ne se limite ni à leur topographie ni à leur longueur. Si la notion de sténose pan-urétrale est souvent associée à des formes sévères, elle ne constitue qu'un aspect parmi d'autres d'une réalité morphologique plus large, intégrant également le degré d'obstruction et la qualité tissulaire.

Notre série se distingue par deux particularités majeures :

— La présence constante d'un cathéter sus-pubien au moment de la prise en charge traduit un **stade avancé d'obstruction** et des parcours thérapeutiques antérieurs complexes, une situation rarement documentée de manière homogène dans la littérature – de 34,5 % chez Ballesteros Ruiz *et al.* [173] à 64,9 % chez Claassen *et al.* [184] – sans jamais atteindre cette universalité.

— Deuxième élément distinctif : le **degré d'obstruction urétrale**. La majorité des patients présentaient une lumière résiduelle comprise entre **0 et 5 Fr**, correspondant à des sténoses infranchissables à l'endoscopie. Ces formes sévères contrastent avec les séries comme celle de Rajaian *et al.* [185], où des diamètres plus larges (jusqu'à 9 Fr) traduisent des contextes moins avancés.

Le **tableau 5.7** met en perspective les caractéristiques morphométriques des sténoses rapportées dans plusieurs séries internationales récentes, comparées à celles de notre cohorte, en soulignant la sévérité des lésions prises en charge, marquées par une obstruction avancée et une atteinte étendue.

Nos données morphométriques suggèrent que l'extension lésionnelle, bien qu'importante sur le plan anatomique, n'est pas à elle seule un déterminant suffisant des résultats fonctionnels. La longueur de la sténose et la largeur de la plaque urétrale doivent ainsi être interprétées comme des éléments contributifs, mais non exclusifs, dans l'évaluation pronostique, leur impact pouvant être modulé par une stratégie reconstructive optimisée.

Ces observations prennent aussi une signification particulière dans les contextes où l'étiologie infectieuse demeure prédominante. Elles suggèrent que les sténoses rencontrées dans ce cadre sont fréquemment étendues, parfois multi-segmentaires, et peu adaptées aux traitements endoscopiques itératifs, lesquels exposent à un risque accru d'aggravation lésionnelle et de récidive. Dans cette perspective, elles renforcent l'intérêt de développer et de diffuser une expertise en urétroplastie, adaptée à ces profils étiologiques spécifiques.

TABLEAU 5.7 – Comparaison des principales séries internationales concernant la longueur moyenne des sténoses urétrales et le calibre urétral (CH) au moment de la prise en charge, en regard de notre cohorte.

Auteur(s)	Année	Pays	Nb	Longueur moyenne	CH	Présence De CTS
Hudak et al.	2012	USA + Inde	36	4.5 cm	-	-
Gelman & Siegel	2014	USA	18	4.5 cm (estimée)	-	-
Xue et al.	2016	Chine	42	6.38 cm	0-6 fr	-
Yadav et al.	2018	Inde	10	10.77 cm	-	-
Kojovic et al.	2018	Serbie	46	5.2 cm	-	-
Rajaian et al.	2019	Inde	21	3.9 cm	4-9 fr	-
Claassen et al.	2019	Afrique du Sud	58	Variable	-	64,9 %
Enganti et al.	2020	Inde	37	5.2 cm	3-6 fr	-
Akpayak et al.	2020	Nigéria	24	-	-	62,5 %
Ballesteros Ruiz et al.	2022	Inde	59	5 cm	0-3 fr	34,5 %
Gazder et al.	2024	Pakistan	43	>2 cm	-	-
Notre série	2025	Algérie	30	4.33 cm	0-5 fr	100 %
CTS : catheter sus-pubien						

5.3.3.5 Estimation préopératoire de la longueur des lésions urétrales sur l'UCRM

Nos observations confirment les limites de l'UCRM dans l'évaluation des sténoses urétrales.

L'imprécision de l'urétro-cystographie rétrograde et mictionnelle (UCRM) s'explique en grande partie par des contraintes techniques dépendantes de l'opérateur.

Les spécificités locales de cette problématique seront développées plus en détail dans le chapitre consacré au **protocole CIRTÉEN**.

Ces constats rejoignent les données de la littérature. Bach et Rourke [186], dans une large cohorte, ont montré que les comptes rendus radiologiques étaient fréquemment incomplets ou imprécis, en particulier pour l'évaluation de la longueur et du siège des sténoses, comparativement à l'analyse réalisée par l'urologue uretroplsticien. De manière concordante, Robey *et al.* [187] ont rapporté une concordance inter-observateur limitée, y compris entre urologues, concernant l'estimation de la longueur, de la localisation et du calibre des lésions.

5.3.4 Facteurs techniques chirurgicaux

5.3.4.1 Modalités chirurgicales appliquées

Dans la littérature, les possibilités de **reconstruction urétrale** dans les sténoses complexes sont nombreuses et hétérogènes. La majorité des données provient d'études rétrospectives, monocentriques, reposant sur des techniques variées : greffe de muqueuse buccale isolée [152], greffes en

double-face [185, 181, 173], stratégies combinées associant greffe et lambeau [176, 184], ou encore recours exclusif à des lambeaux cutanés péniens ou pénoscrotaux [177, 188, 189]. Plus rarement, des solutions alternatives telles que l'utilisation de l'albuginée ont été rapportées [190].

L'analyse comparative des différentes approches publiées ne permet pas d'identifier une technique universellement supérieure. Certaines stratégies complexes semblent mieux absorber les contraintes initiales, tandis que des techniques plus simples peuvent échouer lorsqu'elles sont appliquées en dehors de leurs indications optimales. Cette absence de hiérarchie absolue renforce l'idée que la **décision opératoire constitue en elle-même un facteur pronostique majeur**.

Certaines séries internationales ont rapporté des résultats élevés en privilégiant des reconstructions en un temps, notamment avec greffe de muqueuse buccale [191, 192, 193].

Toutefois, au regard des spécificités de notre cohorte, ces approches ne nous sont pas apparues transposables de manière systématique. Dans ce contexte, notre stratégie a reposé sur des **approches hybrides et évolutives**, associant, lorsque nécessaire, la muqueuse buccale à d'autres tissus de substitution, dans le respect des principes de sécurité tissulaire et de faisabilité peropératoire. Cette stratégie s'inscrivait dans une **approche multimodale et individualisée**, adaptée à la morphologie lésionnelle, au degré d'obstruction et à la qualité tissulaire observée en peropératoire, faisant de la **souplesse décisionnelle** un élément central de notre protocole.

Cela n'exclut pas qu'une évaluation ultérieure, rigoureuse et ciblée, puisse être envisagée dans notre contexte.

Le **tableau 5.8** synthétise ces données en comparant les types de tissus utilisés, les techniques mises en œuvre, les taux de succès des principales séries internationales à ceux de notre cohorte, permettant de situer notre stratégie décisionnelle au regard des pratiques contemporaines.

Tableau 5.8 – Comparaison des longueurs et des diamètres de sténose, types de tissus utilisés, taux de succès et suivi moyen dans les principales séries internationales, comparée à notre cohorte.

Auteur(s)	Année	Pays	Nb patients	Longueur moyenne	CH	Tissu utilisé	Technique	Taux de succès	Suivi moyen	Étiologie
Hudak et al.	2012	USA + Inde	36	4.5 cm	-	MB dorsale + ventrale	Double-face overlapping	89 %	15.7 mois	Idiopathique, LSA, traumatique, infectieuse
Gelman & Siegel	2014	USA	18	4.5 cm (estimée)	-	MB dorsale + ventrale	Double-face superposée	94–100%	50 mois	Complexe + spongieux intact
Xue et al.	2016	Chine	42	6.38 cm	0-6 fr	Lambeau cutané tubulé (prépuce/pénien)	1 temps (ITF)	70–85%	65 mois	Traumatique, iatrogène , inflammatoire
Yadav et al.	2018	Inde	10	10.77 cm	-	Muqueuse linguale + lambeau préputial	1 temps combiné dorsale + ventrale	90 %	6–32 mois	Iatrogène , inflammatoire
Kojovic et al.	2018	Serbie	46	5.2 cm	-	BMG + lambeau pénien transposé en dorsal	1 temps	78.3%	49 mois	Hypospadias, trauma, iatrogene
Rajaian et al.	2019	Inde	21	3.9 cm	4-9 fr	MB double-face	Non-transecting dorsale + ventrale	90.47%	12–66 mois	Inflammatoire
Claassen et al.	2019	Afrique du Sud	58	Variable	-	Divers (MB, anastomose, lambeau)	Plusieurs techniques	8.3–73.3%	48 mois	Inflammatoire infectieuse
Enganti et al.	2020	Inde	37	5.2 cm	3-6 fr	MB dorsale + ventrale	Double-face par voie ventrale	86.5%	36 mois	Infectieuse , idiopathique
Ballesteros Ruiz et al.	2022	Inde	59	5 cm	0-3 fr	MB dorsale + ventrale	Double-face dorsale (Kulkarni)	88 %	30.9 mois	Non traumatique
Gazder et al.	2024	Pakistan	43	>2 cm	-	MB double-face	Double-face	88.4%	12 mois	Post-hypospadias
Notre série	**2025**	**Algérie**	**30**	**4.33 cm**	**0-5**	**MB / staged / peau / vaginale testiculaire**	**Multimodale (staged + greffe + lambeau)**	**83.4%**	**18.2 mois**	**Infectieuse, LSA, traumatique.**

5.3.4.2 Impact du volume opératoire et de l'expérience chirurgicale sur les résultats

Le rôle des centres disposant d'une expertise spécifique en chirurgie reconstructrice est aujourd'hui bien établi. Les auteurs du groupe TURNS [194] ont analysé les résultats fonctionnels de 613 urétroplasties consécutives réalisées par six chirurgiens, et ont montré que le nombre d'interventions nécessaires pour atteindre une compétence — définie par un taux de succès supérieur à 90 % — est d'environ 100 interventions tous types confondus, et de 70 pour les urétroplasties bulbaires [195].

D'autres travaux confirment également l'influence déterminante de l'expérience chirurgicale sur les résultats : Deschênes Rompré *et al.* rapportent un taux de succès de 81 % lorsque l'intervention est réalisée par un chirurgien expérimenté, contre seulement 53,7 % pour un opérateur moins expérimenté [196]. Ces données soulignent l'intérêt de concentrer la chirurgie de reconstruction dans des structures capables d'assurer un volume opératoire suffisant, un encadrement rigoureux et un suivi standardisé.

5.3.4.3 Emplacement du greffon

Concernant la **position du greffon dans l'urètre bulbaire**, les données actuelles de la littérature ne permettent pas de conclure en faveur d'un site unique optimal. La méta-analyse de Wang *et al.* [197] n'a pas montré de différence significative entre les positionnements dorsal et ventral, constat repris par les recommandations européennes, qui autorisent une implantation **dorsale, ventrale ou latérale** selon le contexte peropératoire.

Dans notre pratique, le choix du site de greffe reposait sur une **évaluation peropératoire individualisée**, tenant compte de la qualité du tissu spongieux, de l'exposition obtenue et de la faisabilité technique.

Un repère anatomique supplémentaire a été intégré à cette décision : la **relation de la sténose avec le muscle bulbo-spongieux**. Lorsque la sténose était située en aval de sa terminaison, un **positionnement ventral** était privilégié. À l'inverse, une localisation en amont conduisait plus volontiers à un **positionnement dorsal**.

5.3.4.4 Site de prélèvement

Dans notre série, le **site de prélèvement** a concerné, **de manière préférentielle**, la **muqueuse jugale droite**, **sans recours à des prélèvements bilatéraux ni à la muqueuse linguale**. Ce choix répondait à des considérations pratiques et fonctionnelles, visant à **limiter la morbidité buccale**, notamment en réduisant le risque de sécheresse buccale, de limitation de l'ouverture orale ou de gêne masticatoire, complications rapportées en cas de prélèvements étendus ou multiples [198, 199], tout en assurant un apport tissulaire suffisant pour la reconstruction.

5.3.4.5 Type d'anesthésie et modalités d'intubation

Si l'intubation naso-trachéale offre un meilleur confort opératoire en libérant l'accès à la cavité orale, la littérature montre que le choix de la voie d'intubation reste discuté [200, 201, 202]. La morbidité du site donneur semble davantage liée à l'étendue du prélèvement qu'à la modalité d'intubation elle-même [203, 204]. Ainsi, le choix de l'intubation doit être adapté au contexte clinique, aux ressources disponibles et à l'expérience de l'équipe chirurgicale.

5.3.4.6 Durée opératoire, pertes sanguines et durée d'hospitalisation

Dans notre série, les paramètres peropératoires reflètent directement le degré de complexité des cas pris en charge. Les durées opératoires les plus longues concernaient principalement les sténoses

d'origine traumatique et les reconstructions nécessitant des associations de greffe et de lambeau, traduisant des dissections plus délicates, une préparation exigeante du lit receveur et des temps supplémentaires liés au prélèvement et à la mise en place des tissus de substitution

Une tendance à l'allongement du temps opératoire a également été observée chez les patients âgés et chez ceux présentant des lésions étendues ou très étroites, probablement en lien avec une fragilité tissulaire accrue imposant une dissection plus prudente et progressive.

Plusieurs équipes, notamment égyptiennes, ont rapporté des données détaillées concernant la durée opératoire, la perte sanguine peropératoire et la durée moyenne d'hospitalisation dans les cas jugés complexes [205, 206, 207].

Le **tableau 5.9** présente une synthèse comparative de ces indicateurs dans les principales séries disponibles, incluant notre propre cohorte. Nos résultats apparaissent globalement **inférieurs à ceux rapportés dans les séries de** Hussein [206], El Dahshoury [205] ou Alsagheer [207], où les durées opératoires dépassaient fréquemment les 200 minutes.

Cette différence pourrait s'expliquer, en partie, par la stratégie chirurgicale séquentielle adoptée dans certains cas de notre protocole.

En effet, lors des reconstructions en plusieurs temps, le second geste s'effectue dans un champ anatomique déjà préparé, avec des repères clairement identifiés et une stratégie opératoire définie à l'avance. Cette anticipation permet de réduire le temps de réflexion peropératoire et d'optimiser l'efficacité globale du geste, sans compromettre la sécurité chirurgicale.

Cette approche n'est toutefois pas dénuée de contraintes. Elle implique une seconde hospitalisation et expose au risque de non-poursuite du parcours de reconstruction.

Tableau 5.9 – Durée opératoire, pertes sanguines, durée d'hospitalisation et taux de succès dans les principales internationale et notre cohorte.

Auteur(s)	Année	Pays	Nombre de patients	Technique	Durée opératoire moyenne (min)	Perte sanguine moyenne (cc)	Durée d'hospitalisation moyenne	Taux de succès
El Dahshoury et al.	2009	Egypte	25	Lambeau pénien	240 ± 60			85.8% (1 FU)
Hussein et al.	2011	Egypte	37	Lambeau pénien / greffon de peau pénienne	203.3 / 281.6			72.3% / 79% (1 FU)
Hussein et al.	2016	Egypte	69	MB / greffon de peau pénienne	135 ± 25 / 164 ± 32	232 ± 46 / 273 ± 56	3.4 ± 1.0 / 3.7 ± 1.0	84% / 90%
Alsagheer et al.	2018	Egypte	50	MB / peau pénienne	240.3 ± 45.6 vs 199.7 ± 51.2			69.6% / 76.9% (3 FU, 1 PD)
Enganti et al.	2020	Inde	37	MB (double face)	80 ± 9		3.5 ± 0.5	86.5% (1 PD)
Rajajan et al.	2019	Inde	21	MB (double face)	259	190	4.4 (2–11)	90.47%
Notre série	**2025**	**Algérie**	**30**	**GMB / staged / peau / vaginale testiculaire**	**145.6**	**111.8**	**8 (2–22)**	**83.3% (1 FU)**

FU : fistule urinaire / PD : Pseudo-diverticule

5.3.5 Événements indésirables post-opératoires

TABLEAU 5.10 – Complications précoces et tardives observées dans les principales séries internationales et dans notre cohorte.

Auteur(s)	Année	Pays	Nombre de patients	Technique	Complications au site donneur	Complications précoces au site receveur	Complications tardives au site receveur
Hudak et al.	2012	USA + Inde	36	Muqueuse buccale (MB)	-	14 % (2 DP – 2 IU)	Récidive (11 %), 1 FU, 3 patients ré-opérés
El Dahshoury et al.	2009	Egypte	25	Lambeau pénien	-	36 % (OS – IU – NT)	28 % (1 FU – 2 chordées – récidive)
Hussein et al.	2016	Egypte	69	MB / greffon de peau pénienne	-	18,8 % (IU – GR – DE – sepsis pariétal)	13 % (GR – récidive)
Xue et al.	2016	Chine	42	Lambeau cutané (prépuce/pénien)	7,14 % (nécrose lambeau)	2,4 % (1 FU)	2,4 % (1 PD – récidive)
Alsagheer et al.	2018	Egypte	50	MB / peau pénienne	-	30,5 % / 19,2 % (hématome, sepsis pariétal)	17,4 % / 27 % (FU, GR, PD, récidive)
Enganti et al.	2020	Inde	37	MB (double face)	-	10,8 % (sepsis pariétal – orchite)	18,9 % (DE – PD – récidive)
Ballesteros Ruiz et al.	2022	Inde	59	MB (double face)	-	20,3 % (IU – hématome)	Récidive
Notre série	**2025**	**Algérie**	**30**	**GMB / staged / peau / vaginale testiculaire**	**Œdème buccal transitoire (5,6 %)**	**26,7 % Clavien I ; 33 % Clavien II ; 3,3 % Clavien IIIa, IU, sepsis parietal, paresthésie périnéale transitoire**	**Récidive ; 1 FU**

FU : fistule urinaire / OS : Œdème scrotal/ NT : Neuropathie transitoire/ DE : Dysfonction érectile / DP : déhiscence de la paroi (infection) / IU : infection urinaire / PD : pseudo-diverticule / GR : Gouttes retardataires

L'analyse des complications postopératoires précoces et tardives constitue un indicateur essentiel de la sécurité d'une technique chirurgicale. **Le tableau 5.10** synthétise les principales compli-

cations rapportées dans les grandes séries internationales, comparées à notre cohorte.

Dans notre série, les complications ont été globalement **peu fréquentes et de faible gravité**. Seules des complications mineures ont été rapportées au site donneur, avec un **œdème buccal transitoire dans 5,6 %** des cas, sans aucune douleur chronique, limitation fonctionnelle ou saignement secondaire. Cette tolérance confirme ce qui est largement décrit dans la littérature : la **greffe de muqueuse buccale est une procédure sûre** [149].

Par comparaison avec les autres séries — notamment celles de Hussein [206], Enganti [181] ou Alsagheer [207] — notre taux de complications est globalement plus faible et la nature des événements indésirables plus bénigne.

Ces résultats viennent renforcer la sécurité et la faisabilité de notre stratégie multimodale, tout en soulignant l'importance d'une gestion peropératoire rigoureuse, d'une bonne sélection des patients, et d'une surveillance adaptée en phase post-opératoire.

5.4 Limites de l'étude

Toute étude clinique comporte des limites méthodologiques et pratiques qu'il est essentiel de reconnaître afin de replacer les résultats dans leur juste contexte. Notre travail n'échappe pas à cette règle. Plusieurs éléments méritent d'être soulignés :

5.4.1 Limites méthodologiques

5.4.1.1 Taille de l'échantillon et monocentricité

Notre série repose sur un nombre limité de patients, tous pris en charge dans un seul centre. Cette configuration a plusieurs conséquences méthodologiques :

- **Puissance statistique et précision des estimations** : Une taille d'échantillon restreinte diminue la puissance des tests et augmente le risque d'erreur (ne pas détecter un effet réel).
- La monocentricité limite la généralisation des résultats et ne permet pas de capturer la variabilité des pratiques chirurgicales et des profils de patients. Néanmoins,elle offre certains atouts : homogénéité des indications, du protocole, du suivi et des critères de succès.

5.4.1.2 Limites liées à la population étudiée

Hétérogénéité des cas inclus. — Il existe une grande diversité des cas étudiés, tant sur le plan étiologique (traumatique, infectieux, inflammatoire, iatrogène) que topographique (sténoses bulbaire, pénienne, panurétrale). Cette hétérogénéité, bien que représentative de la réalité du terrain, **rend l'analyse fine des sous-groupes plus délicate**, en raison de l'effectif parfois réduit dans certaines catégories.

Cependant, cette diversité reflète **un choix assumé de coller au plus près de la pratique quotidienne**.

En ce sens, **l'hétérogénéité**, permet d'apprécier la robustesse du protocole dans des conditions cliniques variées, plus proches de celles rencontrées sur le terrain que dans les cohortes hautement sélectionnées des essais randomisés.

5.4.1.3 Conception de l'étude : absence de groupe comparateur, absence de randomisation.

Notre étude repose sur une **cohorte prospective unique**, sans groupe témoin ni bras comparatif, ce qui limite naturellement la portée comparative de nos résultats. Cependant, ce choix

méthodologique découle directement de la nature même de notre série.

Dans ce contexte, il n'aurait pas été acceptable, sur le plan déontologique, de **répartir aléatoirement des patients vulnérables vers des techniques chirurgicales qui risque d'être inadaptées à leur cas**.

Le protocole CIRTÉEN est justement né de cette nécessité de s'adapter aux réalités anatomiques et lésionnelles observées en per-opératoire.

5.4.1.4 Limites liées à la mesure des résultats subjectifs

La prise en compte du ressenti des patients constitue un enjeu fondamental dans l'évaluation des résultats en chirurgie fonctionnelle. Dans cette optique, l'introduction du **CURES-score** représente une tentative innovante d'adaptation aux spécificités culturelles, sociales et cliniques de notre population.

Cependant, cet outil, bien que conçu pour une lecture simplifiée et une meilleure acceptabilité, **n'a pas encore fait l'objet d'une validation externe** dans d'autres contextes ou populations. Il n'a pas non plus été directement comparé aux instruments internationaux validés tels que IPSS, PROM, le PGI-I ou les questionnaires de qualité de vie liés à la santé sexuelle.

Des **études de plus grande envergure**, idéalement multicentriques, seront nécessaires pour **confirmer la robustesse psychométrique** du CURES-score, affiner ses seuils interprétatifs et évaluer sa corrélation avec les critères objectifs.

5.4.1.5 Durée de suivi hétérogène

Comme dans toute étude prospective réalisée en conditions réelles, la durée du suivi postopératoire a été variable d'un patient à l'autre. Certains ont pu bénéficier d'un recul prolongé, tandis que d'autres, notamment ceux opérés plus récemment, n'ont été suivis que six mois. Cette **hétérogénéité de la durée de suivi** constitue une limite méthodologique, en particulier pour l'interprétation des résultats à long terme.

Néanmoins, il est important de souligner qu'aucun patient n'a été perdu de vue dans notre série. Cette exhaustivité du suivi renforce la fiabilité des estimations, même si certaines récidives tardives peuvent encore apparaître au-delà de la période observée.

Cela reflète aussi la difficulté bien réelle de maintenir un suivi prolongé dans notre contexte : de nombreux patients résident dans des régions éloignées, sont souvent âgés, fragiles ou peu disponibles pour des contrôles réguliers tous les trois à six mois.

Par ailleurs, cette limitation apparente peut aussi être lue positivement : **le relâchement du suivi une fois le patient soulagé peut être interprété comme un signe indirect de succès**. Dans notre expérience, ce sont les symptômes qui ont incité ces patients — parfois après des années d'errance — à consulter et à accepter l'intervention. Il est donc probable que ce soient encore ces mêmes symptômes qui les pousseraient à reconsulter en cas d'échec ou de récidive.

5.4.2 Limites pratiques

Au-delà des considérations méthodologiques, plusieurs contraintes *pratiques* ont influencé la prise en charge et l'évaluation des patients.

5.4.2.1 Tolérance, invasivité et coût des examens d'imagerie (UCRM)

La nécessité de répéter l'urétrocystographie rétrograde et mictionnelle (UCRM) en préopératoire, lorsque la qualité de l'examen initial est insuffisante, se heurte à plusieurs contraintes pratiques. L'UCRM est un examen invasif et souvent mal toléré ; nombre de patients, déjà éprouvés par une

première expérience désagréable, sont réticents à le répéter. À cette acceptabilité limitée s'ajoutent des coûts pour certains patients, à la fois directs (prix de l'examen) et indirects (déplacements, perte d'une journée de travail), qui deviennent significatifs en cas de réexamen.

5.4.2.2 Adhésion aux soins postopératoires

L'adhésion aux soins de proximité après la chirurgie (changement de pansement, toilette locale, soins de sonde) s'est avérée inégale. Plusieurs facteurs y contribuent : compréhension imparfaite des consignes, contraintes de déplacement et de disponibilité, et préférences culturelles concernant le genre du soignant.

5.4.2.3 Évaluations andrologiques et troubles de l'éjaculation

Cette dimension constitue une limite pratique de notre étude. Les répercussions andrologiques (fonction érectile, éjaculation) peuvent affecter la qualité de vie, surtout chez les patients jeunes ou sexuellement actifs, mais elles n'ont pas été évaluées de manière systématique. L'absence d'outils standardisés (par exemple IIEF-5, MSHQ-EjD) et le contexte culturel pouvant favoriser la sous-déclaration exposent à un risque de sous-estimer ces issues et limitent la comparabilité avec d'autres séries.

5.5 Perspectives

Les perspectives ouvertes par ce travail s'inscrivent dans une dynamique d'amélioration continue des techniques de reconstruction et d'optimisation des résultats fonctionnels à long terme.

5.5.1 Élargissement de l'échantillon et collaboration multicentrique

La taille restreinte et la monocentricité invitent à la mise en place de collaborations multicentriques. Ces initiatives permettraient d'augmenter la puissance statistique, de mieux explorer les sous-groupes étiologiques et topographiques, et de valider la reproductibilité du protocole CIRTÉEN dans des contextes variés.

5.5.2 Suivi prolongé et monitoring actif

Un suivi plus long (au-delà de 3 à 5 ans) est nécessaire pour documenter les récidives tardives et les échecs.

5.5.3 Prise en compte des dimensions andrologiques

Un élargissement des évaluations aux dimensions andrologiques (fonction érectile, troubles de l'éjaculation, fertilité) apparaît nécessaire, en intégrant des questionnaires validés et adaptés culturellement. Cette approche enrichirait l'évaluation globale de la qualité de vie après chirurgie.

5.5.4 Apports émergents de l'ingénierie tissulaire et de l'intelligence artificielle

L'évolution récente des sciences biomédicales ouvre des perspectives prometteuses dans la prise en charge des sténoses urétrales complexes, notamment à travers les avancées conjointes de l'ingé-

nierie tissulaire et de l'intelligence artificielle.

L'ingénierie tissulaire vise à développer des substituts urétraux innovants reposant sur des matrices biologiques ou synthétiques, éventuellement ensemencées de cellules autologues, dans l'objectif de pallier les limites des tissus de substitution conventionnels.

Parallèlement, l'intelligence artificielle pourrait jouer un rôle croissant dans l'optimisation de la prise en charge.

L'intégration de ces outils dans la pratique clinique pourrait ainsi contribuer à une chirurgie reconstructrice plus personnalisée, fondée sur les données, et mieux adaptée aux caractéristiques anatomiques et aux attentes de chaque patient.

5.5.5 Exploration de nouveaux biomatériaux

L'identification et l'évaluation de substituts tissulaires alternatifs à la muqueuse buccale représentent un axe de recherche prometteur.

5.5.6 Valoriser la personnalisation chirurgicale comme standard de prise en charge

Notre expérience confirme que les sténoses complexes ne peuvent être abordées selon une logique unique. La **personnalisation des choix opératoires**, en tenant compte de l'étiologie, de l'état local des tissus, de la comorbidité et des attentes du patient, s'impose comme une **condition de réussite**.

5.5.7 Encourager une formation spécifique en reconstruction urétrale

La complexité des cas rencontrés dans notre série démontre la nécessité d'une **expertise chirurgicale spécifique**, difficilement acquise dans le cursus urologique standard. Le développement de formations ciblées — stages, ateliers — pourrait améliorer la diffusion des bonnes pratiques, réduire les échecs répétés, et favoriser l'émergence de pôles de référence à l'échelle nationale ou régionale.

5.5.8 Développer des alternatives pour les cas irréparables

Dans certains cas extrêmes — *sténoses pan-urétrales récidivantes, terrains gravement délabrés, comorbidités majeures ou antécédents chirurgicaux multiples* — une reconstruction urétrale classique devient techniquement irréalisable.

Dans cette optique, nous envisageons de **prolonger la dynamique initiée par le protocole CIRTÉEN** en développant un **projet complémentaire structuré autour de la dérivation continente de type Mitrofanoff**. Cette alternative, pourrait représenter une solution fonctionnelle et digne pour les patients exclus des options de reconstruction classiques.

L'objectif serait d'**intégrer cette voie de dérivation dans une stratégie globale de prise en charge des sténoses complexes**, en établissant des indications claires, une formation technique spécifique, et un suivi rigoureux.

Chapitre 6

SYNTHÈSE : PROTOCOLE CIRTÉEN – Raisonnements, Principes et Illustrations

Avant d'aborder en détail la méthodologie chirurgicale appliquée, illustrée à travers les patients opérés dans notre cohorte, il nous a paru essentiel de présenter un ensemble de notions biomécaniques et géométriques que nous avons nous-mêmes développées et intégrées à notre réflexion. Ces principes, bien qu'élaborés en dehors du champ strictement technique, se sont révélés déterminants dans l'orientation et la prise de décision au bloc opératoire.

La greffe de muqueuse buccale est une technique largement validée à l'échelle internationale pour le traitement des sténoses urétrales. Elle permet, dans les cas idéaux, d'élargir un canal urétral rétréci, à condition qu'une lumière résiduelle soit présente. Le greffon peut être placé en position dorsale ou ventrale selon la localisation et les habitudes opératoires (**figure 6.1**).

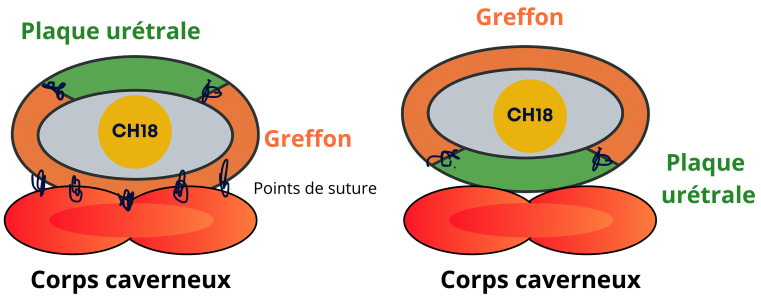


FIGURE 6.1 – Schéma comparatif des deux principaux positionnements du greffon de muqueuse buccale dans l'urétroplastie : dorsale (à gauche) et ventrale (à droite).

Toutefois, une sténose totalement oblitérée rend d'emblée l'élargissement impossible. Certes, certaines équipes ont décrit des reconstructions en un temps, mais ces techniques, très exigeantes, restent difficilement reproductibles dans des contextes aussi sévères que les nôtres.

Dans ce cadre anatomique contraint, nous avons utilisé la muqueuse buccale avec discernement, afin d'en préserver l'efficacité et de limiter les échecs. Cette expérience a mis en évidence la nécessité de dépasser la simple appréciation visuelle peropératoire et d'intégrer des repères biomécaniques objectifs.

6.1 Principes biomécaniques appliqués à l'urétroplastie

6.1.1 Notion de Charrière, diamètre et périmètre

Pour poser des indications rationnelles, nous avons cherché à définir, au moment de l'intervention, les critères rendant une reconstruction en un temps faisable ou non.

Un paramètre s'est imposé comme décisif : **la largeur effective du tissu disponible**, condition d'une tubulisation stable autour de la sonde, sans tension ni déhiscence.

La *Charrière* (**CH**) est une unité utilisée pour exprimer le calibre d'une sonde urinaire, elle est directement proportionnelle au diamètre de la sonde selon la relation :

$$\text{Diamètre (mm)} = \frac{\text{CH}}{3} \qquad \Longrightarrow \qquad \text{CH} = 3 \times \text{Diamètre}.$$

À partir de ce diamètre, on peut en déduire le **périmètre théorique** de toute lumière urétrale, en considérant le diamètre de la sonde qu'elle peut admettre aisément :

$$P = \pi \times D = \pi \times \left(\frac{\text{CH}}{3}\right) \approx 1{,}05 \times \text{CH} \quad \text{(en mm)}.$$

Par exemple, une sonde CH18 correspond à :

$$D = \frac{18}{3} = 6\,\text{mm}, \qquad P = \pi \times 6 \simeq 18{,}8\,\text{mm}.$$

Le **tableau 6.1** récapitule les correspondances usuelles entre CH, diamètre et périmètre.

Tableau 6.1 – Relation entre Charrière (CH), diamètre et périmètre.

Charrière (CH)	Diamètre (mm)	Périmètre (mm)
CH14	4.67 mm	= 14.67 mm
CH12	4.00 mm	= 12.57 mm
CH10	3.33 mm	= 10.47 mm
CH08	2,67 mm	= 8.39 mm
CH06	2.00 mm	= 6.28 mm
CH04	1.33 mm	= 4.18 mm
CH03	1.00 mm	= 3,14mm

6.1.2 Appréciation per-opératoire de la largeur de plaque urétrale

Lorsqu'une **lumière urétrale** est incisée longitudinalement en regard de la sténose, la **largeur mesurée de la plaque urétrale** correspond, en réalité, au *périmètre interne disponible* pour une éventuelle reconstruction (**figures 6.2, 6.3 et 6.4**).

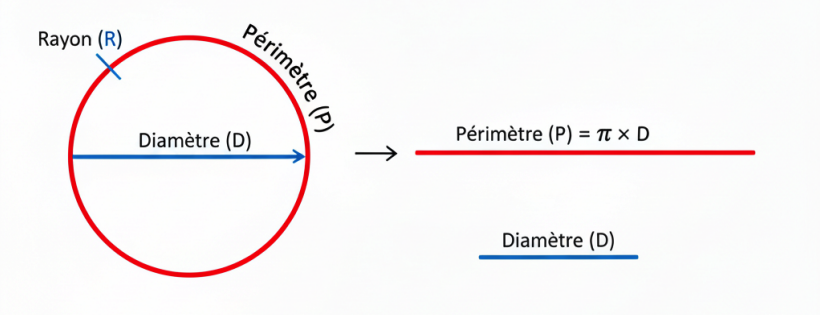


Figure 6.2 – **Relation entre diamètre et périmètre.**

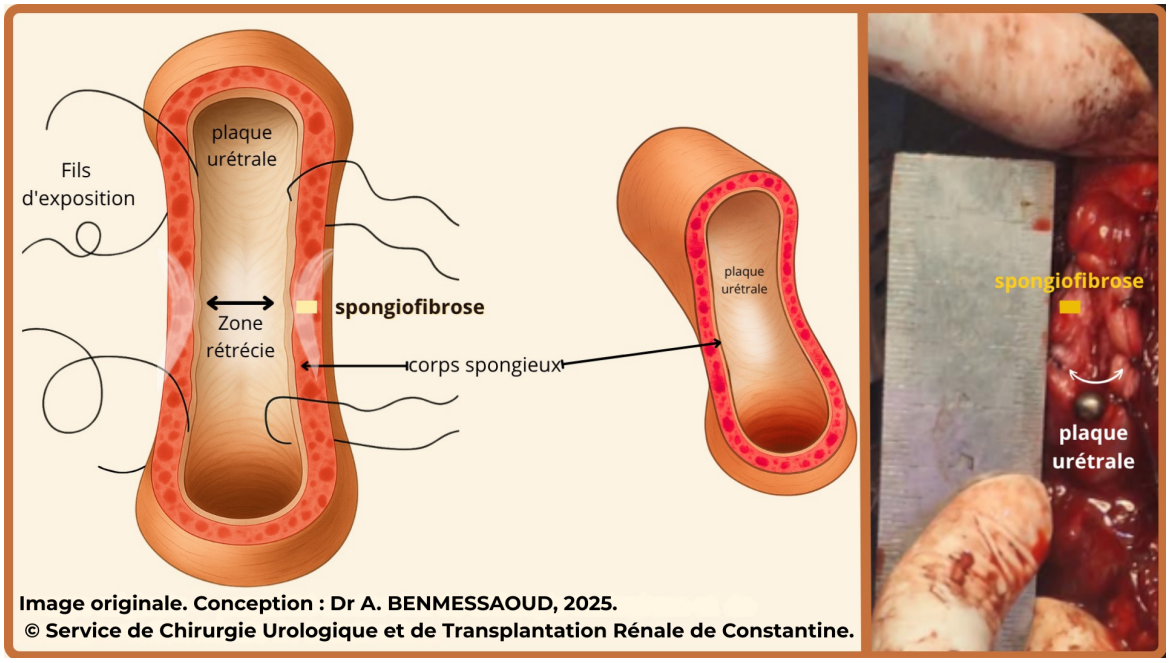


Figure 6.3 – **Corrélation entre l'aspect schématique et l'aspect per-opératoire d'un rétrécissement urétral incisé longitudinalement.**

Image originale — propriété du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.

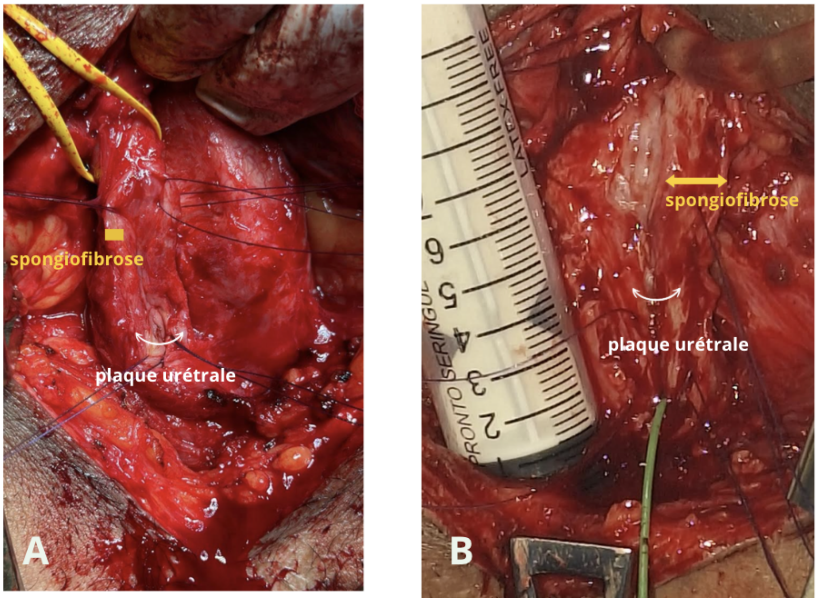


FIGURE 6.4 – Mesure per-opératoire de la plaque urétrale **A.** Ouverture dorsale avec retournement contrôlé grâce à des fils d'exposition. **B.** Ouverture ventrale directe montrant la plaque et la spongiofibrose. **EHS DAKSI , Constantine**

Ainsi, pour pouvoir tubuliser sur une sonde de calibre CH20, un périmètre disponible d'au moins 20 mm est requis.

Cependant, au-delà des correspondances théoriques, il était nécessaire de définir un **seuil pratique**, exprimé en millimètres, à partir duquel une plastie stable pouvait être envisagée sans risque excessif d'échec mécanique. C'est ce que nous avons cherché à établir par une modélisation biomécanique simple, détaillée dans la section suivante.

6.1.3 L'urètre a-t-il un diamètre fixe ?

Contrairement à un tuyau rigide, l'urètre ne possède pas de diamètre fixe. Il s'agit d'un conduit **déformable, collapsable et dynamique**, dont la lumière varie en fonction des conditions physiologiques. À ce titre, on ne peut pas lui attribuer une mesure constante en millimètres.

L'urètre ne s'ouvre réellement que dans des circonstances spécifiques, lorsque :

- la vessie exerce une pression suffisante ;
- les sphincters se relâchent ;
- la paroi urétrale cède à la pression intraluminale.

En dehors de ces phases, l'urètre est **virtuellement fermé**. C'est pourquoi on parle de **lumière virtuelle** :

- une lumière *potentielle* et non permanente,
- qui n'existe que si elle est **traversée par un flux**.

Cette distinction entre lumière virtuelle et lumière réellement traversée par l'urine est illustrée à la **figure 6.5**, qui met en évidence la différence entre une lumière anatomique en absence du flux urinaire et sa configuration fonctionnelle pendant la miction.

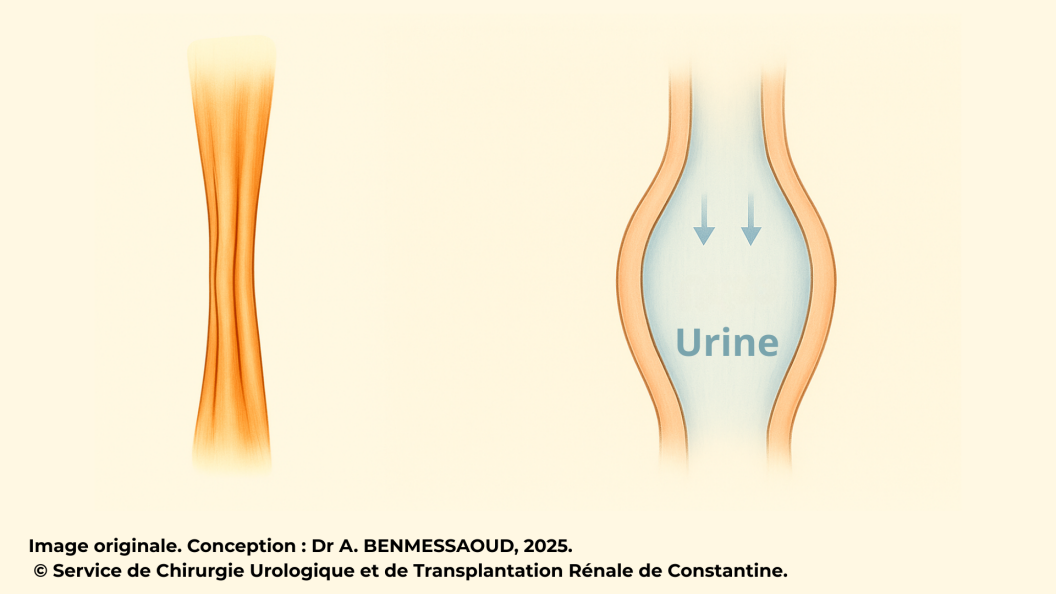


Figure 6.5 – Illustration de la lumière urétrale virtuelle et hydraulique.
Image originale — propriété du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.

6.1.4 Influence de la morphologie urétrale sur la dynamique mictionnelle : Rôle clé du diamètre hydraulique

En chirurgie reconstructrice urétrale, la qualité du résultat fonctionnel dépend principalement du **diamètre hydraulique** (D_h), qui détermine l'efficacité hydrodynamique du conduit reconstruit. Au-delà du simple aspect morphologique, c'est en réalité le **comportement hydrodynamique** du conduit reconstruit qui détermine la qualité du jet urinaire.

La lumière urétrale, contrairement à un conduit rigide, ne possède pas de diamètre constant. Elle est souple, dynamique et peut présenter, après urétroplastie, des formes très variables selon la configuration des tissus (plaque urétrale, greffon, suture, ...etc). Pour modéliser son comportement fonctionnel et prédire l'efficacité de l'écoulement, on fait appel à une notion issue de la mécanique des fluides : le **diamètre hydraulique**.

Le diamètre hydraulique s'exprime par :

$$D_h = \frac{4A}{P}$$

où :

— A est l'aire de la section de passage (mm^2),

— P est le *périmètre mouillé*, c'est-à-dire la longueur de paroi en contact avec l'urine (mm).

Lorsque la lumière urétrale présente une section parfaitement circulaire, les relations géométriques fondamentales s'établissent comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Aire de la section} \quad & A = \pi r^2 \\ \text{Périmètre mouillé} \quad & P = 2\pi r \\ \text{Diamètre hydraulique} \quad & D_h = \frac{4A}{P} = \frac{4\pi r^2}{2\pi r} = 2r = D \end{aligned}$$

Cette démonstration confirme que $\boxed{D_h = D}$ **si et seulement si** la lumière est circulaire.

En revanche, dès que la section devient aplatie, anguleuse ou asymétrique — comme cela peut survenir après une reconstruction sur plaque étroite ou greffon insuffisamment grand — le diamètre hydraulique diminue.

Cela s'explique par le fait que :

— l'aire A diminue (lumière écrasée),

— le périmètre mouillé P augmente (angles, zones de suture),

— donc D_h chute.

Cette diminution du diamètre hydraulique augmente les **pertes de charge** dans le conduit.

Autrement dit, Sur le plan biomécanique, ce n'est pas tant la forme géométrique du conduit en elle-même qui détermine le comportement de l'écoulement, mais bien le **diamètre hydraulique** qu'elle engendre. Ce dernier constitue le paramètre clé intervenant dans le calcul du *coefficient de perte de charge*, c'est-à-dire la résistance rencontrée par le flux urinaire au sein de l'urètre.

Dans un contexte idéalisé où les conditions seraient compatibles avec un écoulement laminaire, la loi de Hagen–Poiseuille permet de modéliser l'effet du diamètre sur le débit urinaire. Elle met en évidence un lien direct entre le rayon de la lumière urétrale et les pertes de charge générées par le passage du flux, où :

$$Q = \frac{\pi \cdot D_h^4 \cdot \Delta P}{128 \mu L}$$

où :

— D_h est le diamètre hydraulique (équivalent fonctionnel de la lumière urétrale),

— ΔP est la pression générée par la vessie,

— L est la longueur du segment reconstruit ou sténosé,

— μ est la viscosité de l'urine.

Cette équation montre que le débit est **proportionnel à la puissance 4 du diamètre hydraulique**.

une baisse minime de D_h — peut ainsi provoquer une chute majeure du débit, en augmentant les pertes de charge dans le canal. En pratique, cela se traduit par une dysurie persistante malgré une reconstruction anatomiquement « perméable ».

La relation de Hagen-Poiseuille révèle la sensibilité critique du débit urinaire Q :

$$Q \propto D_h^4 \quad \Rightarrow \quad \text{Une réduction de 20\% de } D_h \text{ entraîne une chute de 60\% du débit}$$

Configuration	D_h/D	**Impact sur Q**
Circulaire parfaite	1.0	Optimal
Aplatie modérée	0.8	-60%
Fortement anguleuse	0.6	-87%

TABLEAU 6.2 – Impact des configurations morphologiques sur le débit urinaire

Autrement dit, deux urètres de formes différentes peuvent avoir des conséquences similaires sur le débit si leur diamètre hydraulique est équivalent — et inversement, une lumière apparemment ouverte peut entraîner un retentissement fonctionnel majeur si son diamètre hydraulique est faible. Cette relation explique le lien direct entre morphologie post-opératoire, performance en débitmétrie, dysurie résiduelle et retentissement global sur la qualité de vie des patients.

Ce principe est illustré dans la **figure 6.6**, qui montre comment la forme du conduit — indépendamment de son calibre apparent — influence les pertes de charge et le débit urinaire, par le biais des turbulences, des zones de stase ou des rétrécissements ou irrégularités non visibles à l'œil nu.

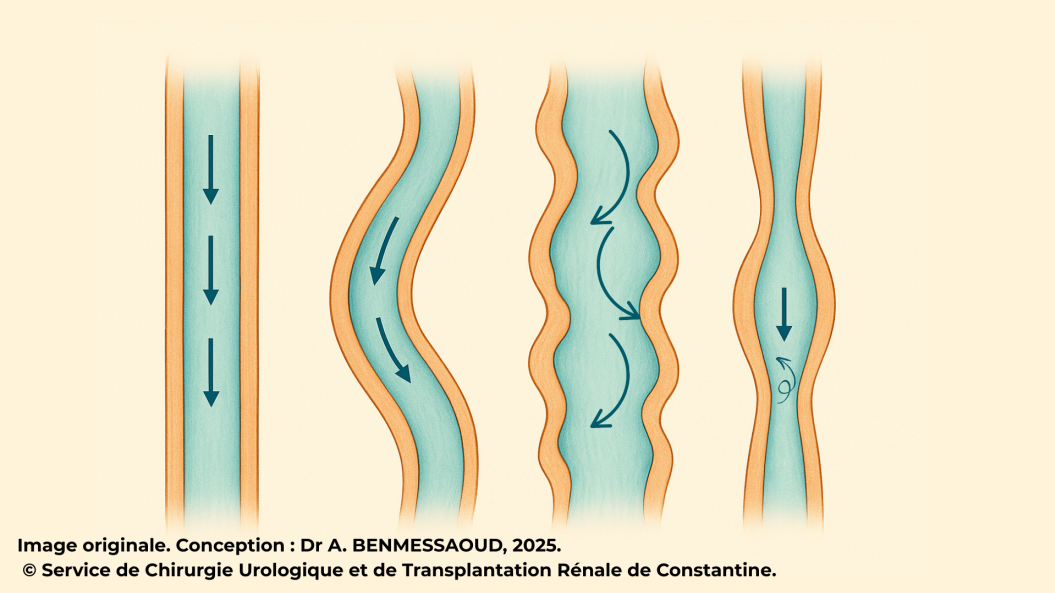


Figure 6.6 – **Illustration schématique de l'influence de la forme urétrale sur les pertes de charge.** *De gauche à droite :* lumière parfaitement circulaire avec écoulement fluide et direct ; lumière sinueuse générant des résistances ; lumière très irrégulière avec turbulence, stagnation, reflux ; lumière étroite à flux freiné.
Image originale — propriété du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.

***Remarque importante :* L'ensemble de ces raisonnements hydrodynamiques ne constitue pas une modélisation mathématique exacte des écoulements urinaires. L'urètre humain est un conduit complexe, irrégulier, aux parois dynamiques, dont la forme, la souplesse, le degré de fibrose et les courbures anatomiques (angle bulbo-scrotal, cul-de-sac bulbaire, etc.) échappent à une quantification rigoureuse. Notre démarche vise avant tout à proposer une extrapolation chirurgicalement utile, fondée sur les principes simples de la mécanique des fluides, afin de mieux comprendre l'impact de la forme urétrale sur le débit et d'en tirer des critères de décision opératoire. Il ne s'agit pas d'une modélisation scientifique exhaustive, mais d'un raisonnement clinique éclairé, adapté à la réalité du bloc opératoire.**

6.1.5 Seuil biomécanique minimal pour une tubulisation fiable

La reconstruction d'un néo-urètre tubulaire revient, sur le plan géométrique, à reformer un cylindre de calibre défini, dont le diamètre correspond à celui de la sonde utilisée pour calibrer la lumière urétrale.

Pour une sonde CH18 ($D = 6$ mm), ce périmètre est donné par :

$$P = \pi \times D = \pi \times 6 \approx 18{,}85 \text{ mm}.$$

Sur cette base, on peut estimer qu'une plaque urétrale jouant le rôle d'un véritable "arc porteur" doit couvrir au moins la moitié de cette circonférence pour garantir une stabilité biomécanique minimale. Cela correspond à un arc de $180°$, soit une largeur requise :

$$W_{\min} = \frac{180}{360} \times 18{,}85 = \frac{1}{2} \times 18{,}85 \approx 9{,}4 \text{ mm}.$$

Ce seuil de 9 mm représente une valeur pivot dans notre raisonnement opératoire : en dessous, le tissu natif n'assure plus un appui suffisant, et la reconstruction devient mécaniquement instable. Au-delà, la plaque fournit un support satisfaisant pour appliquer un greffon sans exposer les sutures à des tensions excessives.

Dans les urétroplasties, le néo-urètre est constitué d'une portion de tissu natif (plaque urétrale) et d'un greffon. Or, pour garantir la viabilité de la reconstruction, deux impératifs complémentaires doivent être respectés :

1. **Stabilité biomécanique** : la plaque urétrale doit offrir un appui solide pour éviter que toute la tension ne repose sur les points de suture. Si elle est trop étroite, la fermeture du tube devient instable : les bords tirent l'un sur l'autre, les sutures sont trop tendues, et le risque de désunion ou de fistule augmente.
2. **Performance hydrodynamique** : la forme du néo-urètre doit permettre un écoulement optimal. Cela dépend non seulement de l'ouverture du calibre, mais aussi du *diamètre hydraulique* D_h, qui diminue en cas de lumière irrégulière, asymétrique ou incomplète.

Sur le plan mécanique, une plaque trop étroite oblige le greffon à supporter une portion trop importante de la circonférence, exposant à des **angles aigus**, une **mauvaise distribution de la tension**, et un **risque accru de désunion ou de fistule**. Dans la réalité per-opératoire, une tubulisation stable peut être envisagée dès qu'une largeur de plaque de **9 mm** est disponible, à condition que la suture soit bien répartie et que le greffon soit parfaitement appliqué. Ce compromis représente un *seuil biomécanique minimal pratique*, adopté dans notre protocole Cirtéen. Ce seuil n'a pas seulement une valeur mécanique : il conditionne aussi le **comportement hydrodynamique post-opératoire**. Une lumière étroite ou irrégulière diminue le diamètre hydraulique D_h, ce qui se traduit par : une augmentation des **pertes de charge** (résistance à l'écoulement), une diminution du **Qmax**, un risque de **turbulences**, de stase et d'inflammation chronique, et in fine, une **altération de la qualité de vie mictionnelle**.

Cette logique est illustrée dans les **figures 6.7 et 6.8**. Dans la première, le greffon — pourtant large — ne parvient pas à compenser une plaque native trop étroite, entraînant une tension excessive au niveau des berges de suture. Dans la seconde, même en cas de greffe dorsale correctement positionnée, l'exiguïté persistante de la plaque urétrale compromet la stabilité du tube et augmente le risque de désunion ou de sténose. Ces représentations soulignent l'importance cruciale d'une plaque suffisamment large pour former un arc d'appui natif.

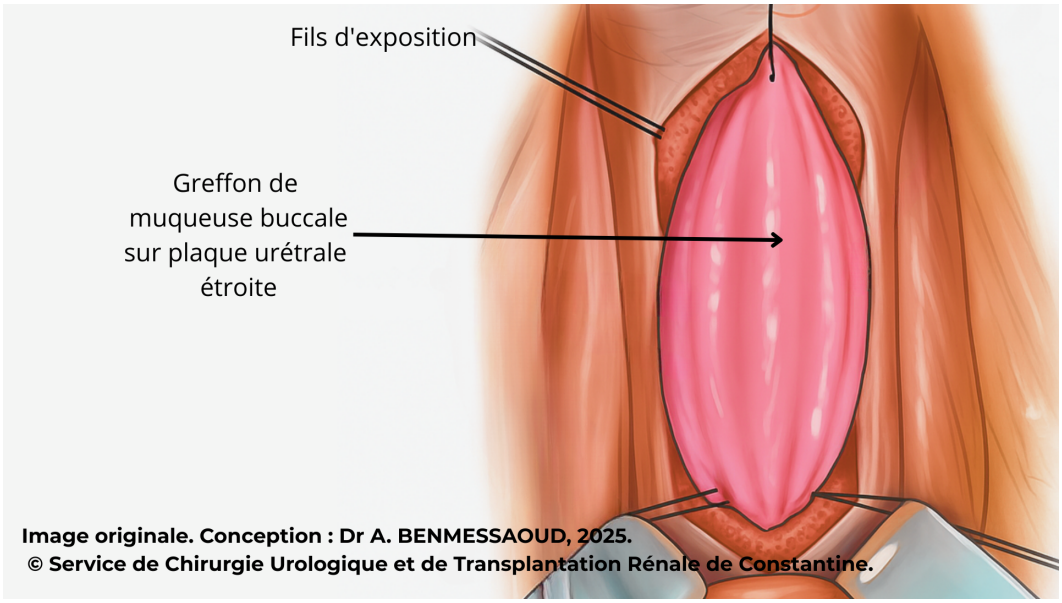


Figure 6.7 – **Greffon de muqueuse buccale appliqué sur une plaque urétrale étroite, en vue d'une tubulisation sur sonde CH18.**

Image originale — propriété du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.

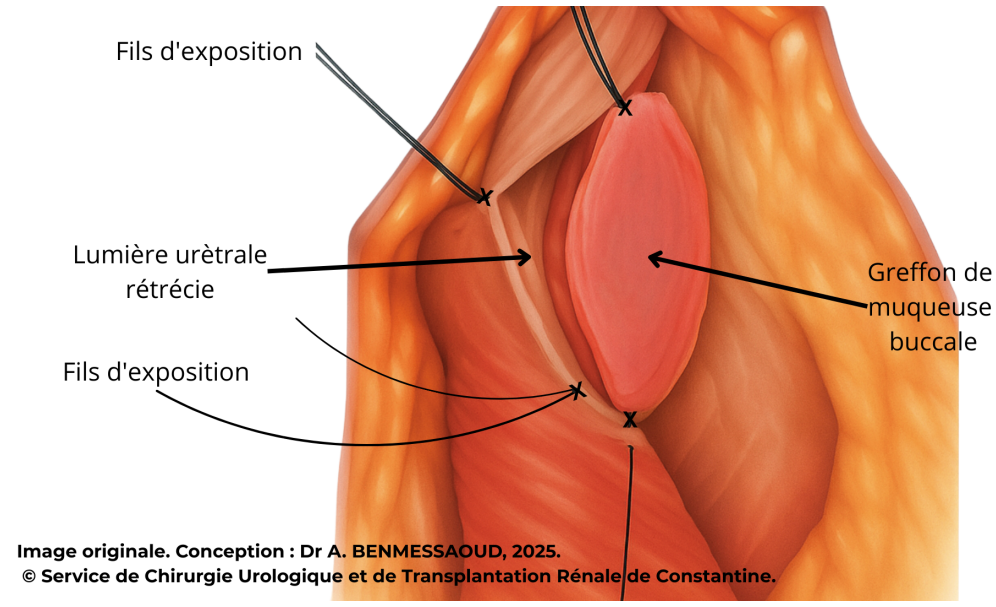


Figure 6.8 – **Illustration d'un greffon de muqueuse buccale positionné en dorsal sur une plaque urétrale étroite.**

Image originale — propriété du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.

6.2 Hypothèse de la revascularisation progressive de la plaque urétrale

6.2.1 Observation clinique et fondements anatomiques de l'hypothèse

Au cours de notre expérience clinique, nous avons observé, chez plusieurs patients ayant bénéficié d'une mise à plat, une modification progressive de l'aspect de la plaque urétrale. Après un délai de un à deux mois, celle-ci tend à se recolorer, à devenir plus souple et semble mieux vascularisée, offrant ainsi un lit receveur plus favorable lors du second temps de reconstruction. Cette observation récurrente nous a conduits à formuler une hypothèse physiopathologique : celle d'une **revascularisation progressive de la plaque urétrale** à partir des réseaux vasculaires cutanés adjacents.

Les **branches de l'artère honteuse interne** (issue de l'artère iliaque interne) assurent l'essentiel de l'irrigation du plancher périnéal, de la verge et de la partie inférieure du scrotum. Ainsi, la peau périnéale bénéficie d'un réseau vasculaire riche. En revanche, la **vascularisation de l'urètre antérieur** est distincte : elle dépend principalement des **artères bulbo-urétrales**, qui cheminent au sein du *corps spongieux* et assurent un flux axial longitudinal.

Cette différence anatomique est fondamentale. Lorsqu'une mise à plat est réalisée chez un patient présentant une urètre pathologique avec spongiofibrose, la plaque urétrale exposée — dont les connexions vasculaires spongieuses ont été altérées — entre en contact intime avec le lit cutané périnéal.

Nous formulons l'**hypothèse** selon laquelle cette nouvelle interface cutanéo-urétrale pourrait favoriser une **revascularisation progressive de la plaque urétrale**, reposant sur des phénomènes séquentiels d'**imbibition**, d'**inosculation** et de **néo-angiogenèse** à partir du plexus dermique environnant. **La figure 6.9** présente, de manière schématique, le mécanisme hypothétique de revascularisation secondaire susceptible de survenir après la mise à plat urétrale.

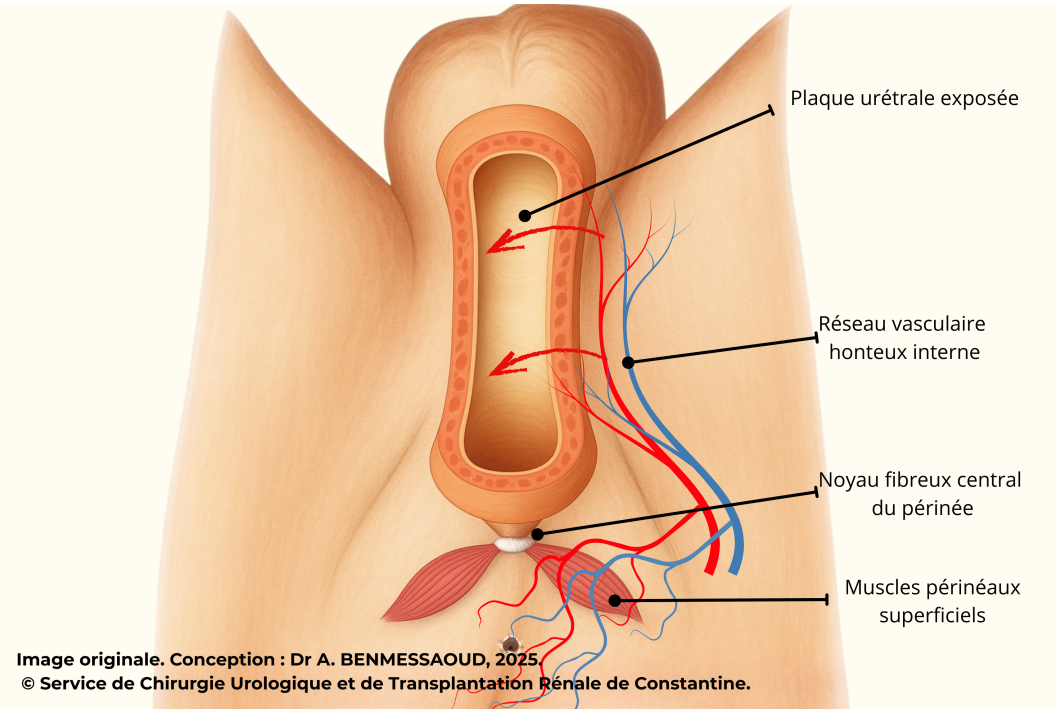


Figure 6.9 – **Hypothèse vasculaire de revascularisation progressive de la plaque urétrale.**
Image originale — propriété du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.

6.2.2 Perspectives de validation de notre hypothèse

Nous insistons sur le fait qu'il ne s'agit ici que d'une **hypothèse physiopathologique**, issue d'observations cliniques répétées, qui mérite d'être confirmée par des approches objectives et reproductibles. Pour étayer cette hypothèse et la documenter scientifiquement, plusieurs voies d'exploration peuvent être envisagées :

- **Imagerie de perfusion** : recours à des techniques de visualisation dynamique de la vascularisation locale, telles que l'angiographie, l'écho-Doppler haute résolution, ou encore l'imagerie par résonance magnétique avec injection de produit de contraste. Ces examens pourraient être réalisés avant et après la mise à plat afin de quantifier l'évolution de la perfusion tissulaire périnéale et spongieuse.
- **Analyse histologique ciblée** : réalisation de biopsies minimales de la plaque urétrale et du lit cutané, avant et après, avec étude de la **densité microvasculaire** et des caractéristiques épithéliales. Ces données permettraient d'objectiver un éventuel remodelage vasculaire et tissulaire au fil du temps.
- **Évaluation clinique corrélée** : analyse des paramètres fonctionnels et anatomiques corrélés, incluant l'incidence des complications (fistule, sténose récidivante), le taux de « take » du greffon, les débits mictionnels maximaux (Q_{max}), et le besoin de réintervention.

Ces démarches combinées permettraient d'objectiver la réalité du processus de **revascularisation progressive** suggéré par notre observation clinique, et de vérifier sa contribution potentielle à la réussite du protocole CIRTÉEN.

6.3 Principes opératoires fondateurs du protocole CIRTÉEN

La stratégie opératoire développée dans notre protocole repose sur une série d'hypothèses cliniques et techniques, issues à la fois de la littérature, des considérations biomécaniques exposées précédemment, et de l'expérience de terrain acquise auprès des patients pris en charge dans notre service.

Ces principes, progressivement formalisés au fil des cas, ont structuré notre approche chirurgicale et guidé chaque décision opératoire.

— **Principe I – *Primum Non Nocere*.**
D'abord, ne pas nuire : L'urètre, structure à la fois **délicate** et **fonctionnellement essentielle**, impose une prudence extrême à chaque étape de la prise en charge.
L'urètre est un conduit fin, vascularisé, sensible à la fibrose, et exposé à des contraintes mécaniques et infectieuses constantes.
Donc, il ne faut **jamais couper, inciser ou réséquer** ... sans avoir :
  — une stratégie définie,
  — une vision opératoire claire,
  — une compréhension précise de l'état tissulaire.

Toute décision irréversible doit s'inscrire dans une réflexion globale, soutenue par une **feuille de route opératoire** cohérente et adaptée à la complexité du cas.
Tout geste irréfléchi risque de compromettre la reconstruction — immédiatement ou secondairement.
Ainsi, avant toute reconstruction, une règle élémentaire s'impose : **préserver ce qui peut encore l'être**. Bien que ce principe puisse paraître contre-intuitif — notamment face à la tentation fréquente de tout réséquer pour « **faire du propre** » — notre protocole Cirtéen repose au contraire sur une approche de conservation raisonnée. Dans l'urètroplastie, **chaque millimètre compte**, et toute perte de substance, aussi minime soit-elle, peut compromettre la faisabilité des étapes ultérieures.
La mise à plat simple consiste à ouvrir l'urètre sur toute la longueur sténosée, puis à l'anastomoser directement à la peau tout en préservant autant que possible le tissu spongieux et urétral disponible. Cette technique permettrait une cicatrisation progressive et contrôlée, en laissant le lit urétral se remodeler sur un environnement cutané stable, mieux vascularisée et surtout aseptisé.
Ce principe de conservation maximale visait à limiter les pertes de substance, à éviter les raccourcissements de verge — en particulier dans les sténoses péniennes — et, surtout, à offrir aux patients une sortie rapide d'une situation invalidante, marquée par le port prolongé d'un cathéter sus-pubien, parfois depuis plusieurs années.
Dans cette optique, les sections transfixiantes du corps spongieux ainsi que les anastomoses termino-terminales étaient systématiquement évitées chaque fois que possible, afin de préserver une vascularisation souvent déjà altérée par des phénomènes inflammatoires ou infectieux chroniques.

— **Principe II – Bien préparer le patient, c'est déjà réussir une partie de la reconstruction.**
Dans notre protocole Cirtéen, l'information du patient est une étape fondatrice du parcours de soin. Il ne s'agit pas seulement d'annoncer un diagnostic ou de décrire une intervention, mais de poser les bases d'une **alliance thérapeutique**, lucide et partagée. Une information claire et continue doit accompagner l'ensemble des étapes de la prise en charge, en tenant compte de toutes les éventualités possibles, afin de renforcer la confiance et l'adhésion du

patient.

— **Principe III – On ne peut pas élargir une lumière qui n'existe pas.**
Conformément aux principes fondamentaux de l'urétroplastie, toute reconstruction nécessite un **lit de greffe viable** et un **minimum de plaque urétrale exploitable**. Lorsqu'aucune lumière n'est identifiable ou utilisable, la pose d'un greffon de muqueuse — même si elle est techniquement réalisable — est à éviter.
Bien que certaines équipes aient proposé des reconstructions en un seul temps, combinant greffes et lambeaux dans les sténoses complexes, le protocole Cirtéen s'inscrit dans une approche plus prudente, fondée sur la progressivité et la sécurisation des résultats.
Les patients concernés sont bien souvent porteurs d'un cathéter sus-pubien, parfois depuis plusieurs années, témoignant d'une sténose sévère, ancienne, où l'absence de lumière urétrale est une donnée anatomique tangible.
Dans ce contexte, vouloir tout réparer en un seul temps opératoire nous a semblé **trop risqué** — et potentiellement délétère — et non compensé par une probabilité suffisante de succès.
Dans notre protocole, une reconstruction en un seul temps n'est envisagée que si la plaque urétrale présente une **largeur minimale de 9 mm**. En dessous de ce seuil, toute tentative de tubulisation expose à un échec élevé : désunion, récidive sténotique ou perte fonctionnelle du conduit.
Ce seuil opératoire repose sur des considérations biomécaniques, démontrées plus tôt dans ce chapitre, et validées par notre expérience de terrain.
Cette règle des 9 mm structure nos choix techniques et constitue un **critère décisif** dans l'évaluation de la faisabilité d'une plastie urétrale en un temps.

— **Principe IV – Augmentation versus substitution urétrale.**
Il est primordial de faire la distinction entre une plastie **augmentation** et une plastie de **substitution**. Pour envisager une augmentation par greffe de muqueuse buccale, un diamètre minimum de **9 mm** est requis. En dessous de ce seuil, une **substitution complète par un tissu de remplacement**, généralement une greffe de muqueuse buccale, devient incontournable pour assurer la restauration fonctionnelle de l'urètre.
Lorsqu'aucune lumière urétrale n'est identifiable ou exploitable, et que la plaque mesure moins de 9 mm, la tubulisation en un seul temps n'est pas envisageable. Le protocole Cirtéen propose alors plusieurs alternatives, adaptées à l'état des tissus, à la localisation, et à la longueur de la sténose.
  — *Mise à plat première* : indiquée en cas de tissus inflammatoires, infectés ou trop fibreux. Elle consiste à ouvrir l'urètre sur toute la zone rétrécie et l'anastomoser à la peau. Cette approche vise à assainir l'environnement local, éviter une greffe à haut risque, et créer un lit stable en vue d'une reconstruction différée dans un délai de 3 à 6 mois.
  — *Stricturoplastie conservatrice* : proposée dans les cas où la muqueuse pathologique peut être excisée de manière limitée, sans transsection du corps spongieux. L'anastomose est alors réalisée entre deux segments de muqueuse saine, tandis que l'hémicirconférence opposée est élargie par une greffe de muqueuse.
  Cette approche permet à la fois de **préserver l'intégrité vasculaire du lit spongieux** et de **court-circuiter la zone altérée ou mal vascularisée** sans recourir à une transsection du corps spongieux.
  — *Anastomose d'augmentation* : privilégiée surtout dans les contextes traumatiques, où les berges urétrales sont indemnes d'infection ou de fibrose avancée. Lorsque la suture termino-terminale n'est pas réalisable sans tension, cette technique permet de restaurer une paroi par une anastomose directe, tandis que l'autre est élargie par un greffon de muqueuse buccale. Bien entendu, si une urétrorraphie termino-terminal est possible

sans mobilisation excessive des extrémités urétrales, elle doit être privilégiée sans hésitation — car il n'existe pas de meilleure solution que de reconstruire avec les tissus natifs du patient, sans recours à un matériel exogène.

— **Principe V – Rationaliser l'usage des tissus pour une reconstruction personnalisée.**
La reconstruction urétrale ne repose pas exclusivement sur la muqueuse buccale. Dans notre protocole, d'autres matériaux — peau pénienne, muqueuse préputiale, vaginale testiculaire ... — ont été considérés comme des ressources précieuses, à mobiliser de façon raisonnée et adaptée à la topographie lésionnelle.
La muqueuse buccale, bien que précieuse et efficace, n'était utilisée que lorsque les conditions locales et les besoins anatomiques le justifiaient pleinement. Elle était alors associée à d'autres tissus bien vascularisés et glabres, en fonction des contraintes techniques et des possibilités anatomiques.
Ce mariage raisonné des tissus répondait à une double exigence : optimiser les résultats anatomiques et fonctionnels, tout en réduisant l'agressivité des prélèvements — et en préservant au maximum l'intégrité des zones donneuses, afin qu'elles ne deviennent pas à leur tour une source d'inconfort en post-opératoire.

— **Principe VI – Pas de greffe sans lit prêt.**
Chez les patients porteurs de cystostomies prolongées, avec un urètre fibreux, colonisé, multidilaté et fragilisé par des sondages répétés — et lorsqu'un second temps est décidé — toute tentative de greffe immédiate lors de la mise à plat selon le procédé de Bracka était souvent évitée.
La reconstruction était scindée en deux temps : un premier temps de mise à plat seule, destiné à assainir et stabiliser le lit urétral ; puis, secondairement, un deuxième temps consacré à la greffe, sur un tissu sain et bien vascularisé.
Bien que ce principe ait été rapporté dans la littérature — notamment en Inde — cette stratégie est avant tout née de notre propre expérience. Les greffes réalisées au premier temps opératoire selon la technique de Bracka ont montré une vulnérabilité accrue aux complications infectieuses, exposant à des échecs précoces et à la perte inutile d'un matériau précieux.
Ainsi, le choix de différer systématiquement la greffe dans ce contexte s'est imposé comme un **principe fort**, fondé sur une logique pragmatique.

— **Principe VII – Adapter le tissu à la topographie : chaque segment urétral a ses exigences.**
Les sténoses rencontrées dans notre série étaient souvent longues, complexes, et étendues sur plusieurs segments de l'urètre. Ce contexte imposait un raisonnement précis quant au choix du tissu utilisé pour chaque portion, en tenant compte à la fois des caractéristiques anatomiques locales et des contraintes techniques.
Lorsque le traitement a nécessité une mise à plat suivie d'un second temps opératoire, le choix du tissu de substitution a été adapté à la localisation de la sténose, selon les principes suivants :

- *En région bulbaire*, la plaque urétrale était systématiquement élargie par une greffe de muqueuse buccale, même lorsque la largeur disponible semblait compatible avec une tubulisation stable. Ce choix visait à éviter toute utilisation de peau poilue dans cette zone, en raison du risque accru de complications telles que les infections ou la formation de calculs.
- *En région pénienne*, la tubulisation était réalisée à partir de la peau pénienne. Cette stratégie permettait une reconstruction complète, remontant jusqu'à la fossette naviculaire, tout en respectant les exigences de souplesse et de vascularisation.
- *Au niveau de la fossette naviculaire et du méat*, la muqueuse buccale était systémati-

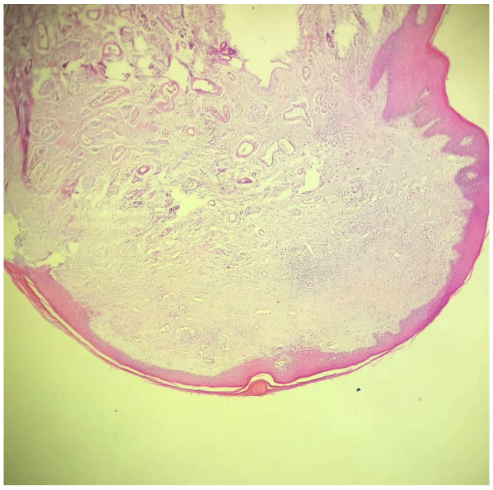
quement utilisée. En raison du manque d'extensibilité de la peau à cet endroit, seule la muqueuse permettait une adaptation anatomique satisfaisante.

— **Principe VIII – Ne jamais dépasser 3 à 4 cm de tubulisation dans un seul temps opératoire.**
Au-delà de cette longueur, la surface de suture devient trop étendue pour garantir une cicatrisation favorable sur toute la longueur du tube reconstruit. Cela augmente considérablement le risque de désunion, de fistule ou de récidive sténotique.
En pratique, notre protocole privilégie une tubulisation en un temps uniquement pour les segments courts, bien vascularisés et techniquement accessibles. Toute reconstruction dépassant 4 cm, quelle que soit la topographie, est abordée de manière séquentielle, afin d'optimiser les résultats fonctionnels et de limiter la morbidité.

— **Principe IX – Reconstruction séquentielle ascendante de la région bulbaire vers le méat.**
Lorsqu'une tubulisation complète n'est pas réalisable en un seul temps, notre protocole prévoit une reconstruction progressive, réalisée en plusieurs étapes successives. Cette approche suit un sens ascendant : elle débute par la région bulbaire, puis progresse vers l'urètre pénien et enfin la fossette naviculaire et le méat.
Chaque temps opératoire est séparé d'un intervalle de cicatrisation d'environ **trois mois**.

— **Principe X – Biopsie systématique des lésions d'allure lichen scléro-atrophique.**
Afin d'éviter de greffer sur un tissu pathologique, une biopsie est systématiquement réalisée en cas de doute macroscopique sur la qualité de la plaque urétrale. Ce principe s'applique en particulier en région pénienne, lorsque l'aspect blanchâtre, fibreux ou scléreux évoque un lichen scléro-atrophique ou une inflammation chronique.
En cas de confirmation histologique, une excision large des tissus pathologiques est programmée lors du **second temps opératoire**, permettant une plastie ou une tubulisation sur paroi saine, associée à une greffe de muqueuse buccale dans des conditions optimales (figure 6.10).

— **Principe XI – Respect de la volonté du patient comme critère ultime de fin de parcours.**
Dans notre approche, la fin du traitement n'est pas uniquement dictée par l'atteinte d'un résultat anatomique idéal ou par l'achèvement complet du schéma anatomique de reconstruction. Elle repose avant tout sur le **ressenti du patient**, sa perception d'amélioration, et sa décision éclairée. Quand le patient dit stop, c'est aussi une victoire. Dès lors qu'un patient exprimait le souhait de ne pas poursuivre, considérant que sa qualité de vie était nettement améliorée — même si la reconstruction restait anatomiquement incomplète —, nous respections cette décision.
Le véritable objectif de l'urétroplastie n'est pas de "réparer" un urètre à tout prix, mais de restaurer une vie digne, libre et acceptable pour celui qui l'a longtemps perdue.



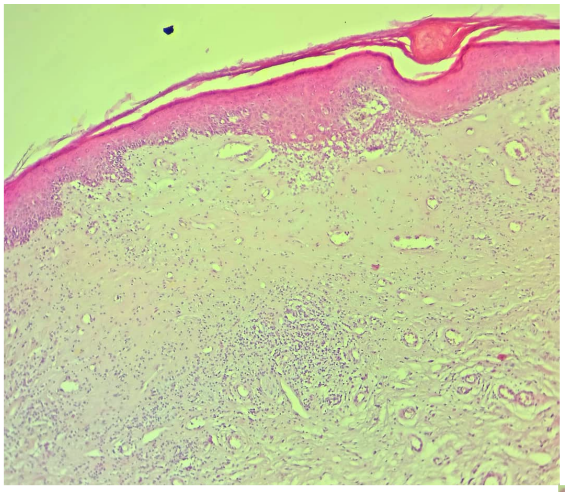


FIGURE 6.10 – Aspect anatomopathologique après biopsie urétrale montrant des lésions compatibles avec un **lichen scléro-atrophique**. Service d'anatomopathologie — EHS DAKSI.

6.4 Applications pratiques du protocole CIRTÉEN en contexte Algérien : retours d'experience et illustrations cliniques

6.4.1 Information et consentement du patient

Notre expérience a montré que les patients présentent des profils variés : certains sont **désabusés** après de multiples échecs endoscopiques, d'autres sont **sur-informés** avec des attentes irréalistes, tandis que certains restent **sous-informés**, mal préparés aux implications de la chirurgie. Le discours est donc ajusté à chaque situation afin de fournir une explication claire, réaliste et personnalisée.

Nous avions également insisté sur la **fonction sexuelle**, car elle pouvait être une source majeure de déception en postopératoire. Une information claire était systématiquement donnée : l'urétroplastie ne garantissait pas d'amélioration de la performance sexuelle, et la dysfonction érectile, lorsqu'elle existait, était souvent multifactorielle.

6.4.2 Évaluation clinique et fonctionnelle

Dans notre série, la **débitmétrie urinaire** n'était pas réalisable, 100% des patients étant porteurs de cystostomie. L'évaluation préopératoire reposait surtout sur l'état général et la recherche de facteurs de mauvaise cicatrisation (diabète, immunosuppression, état nutritionnel, infection urinaire, état bucco-dentaire,...).

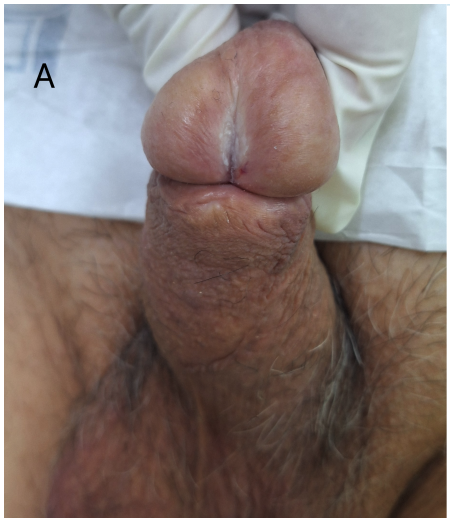
L' évaluation ne se limitait pas à localiser la sténose, mais impliquait une analyse fine de chaque segment urétral, car chacune de ses portions possède ses propres contraintes mécaniques, fonctionnelles et esthétiques.

Certaines localisations, en particulier le **méat urinaire** et la **fossette naviculaire** — correspondant à l'urètre glandulaire —, se distinguent par des contraintes anatomiques et esthétiques particulières. Ce segment impose une double exigence :

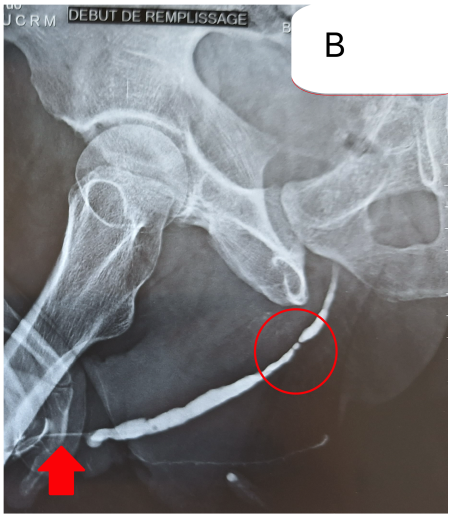
— **Rétablir un flux urinaire normal**, en corrigeant l'obstruction.
— **Préserver un aspect esthétique acceptable**.

Sur le plan anatomique, l'urètre glandulaire est entouré dorsalement et ventralement par un **corps spongieux développé**. L'**étiologie** influence aussi la stratégie : lichen scléro-atrophique, séquelles d'hypospadias ou traumatisme iatrogène.

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF Un exemple révélateur fut celui d'une **sténose méatique sévère** liée à un **lichen scléro-atrophique (figure 6.11a).** L'UCRM montrait un passage filiforme du produit de contraste au niveau du méat (flèche rouge), mais un examen attentif révélait aussi une **sténose bulbaire associée (figure 6.11b**, cercle rouge). Ce cas illustre combien une atteinte apparemment localisée pouvait, après exploration, se révéler être une **sténose pluri-topographique**, imposant une stratégie globale.



(a) Patient présentant une sténose sévère du méat urinaire secondaire à un lichen scléro-atrophique.



(b) UCRM chez le même patient montrant une sténose de l'urètre intraglandulaire (flèche rouge) et une sténose bulbaire secondaire (cercle rouge).

Figure 6.11 – Exemple d'évaluation topographique montrant une sténose urétrale méatique secondaire à un lichen scléro-atrophique avec extension intraglandulaire (A), et une sténose associée de l'urètre bulbaire (B).
Images issues du service d'Urologie de Constantine.

6.4.3 Problématiques de l'UCRM dans notre contexte Algérien

L'**Urétrocystographie rétrograde et mictionnelle (UCRM)** est l'examen de première intention permettant d'évaluer la localisation, la longueur et la perméabilité de la sténose.

• **Un examen mal conduit n'est plus un bon examen** Dans notre pratique quotidienne, nous avons rencontré de nombreuses difficultés avec les **urétrocystographies rétrogrades et mictionnelles (UCRM)**.

Les principales limites de cet examen sont liées à :

— une variabilité opérateur-dépendante de la technique d'injection du produit de contraste, influençant la qualité de la visualisation de la sténose ;
— des conditions d'injection inappropriées (avancement de la sonde jusqu'à la sténose, injection forcée de produit de contraste dilué et à basse température), pouvant induire des spasmes urétraux et des contractions réflexes, responsables d'une surestimation de la sévérité de l'obstruction ;
— le choix du temps d'acquisition des images, notamment en phase rétrograde ou mictionnelle insuffisamment développée, impactant la précision de l'examen.

L'exemple illustré en **figure 6.12** montre des cas typiques de mauvaise qualité d'acquisition de l'UCRM, où une incidence radiologique inadaptée et une opacification partielle compromettant l'analyse du rétrécissement urétral.

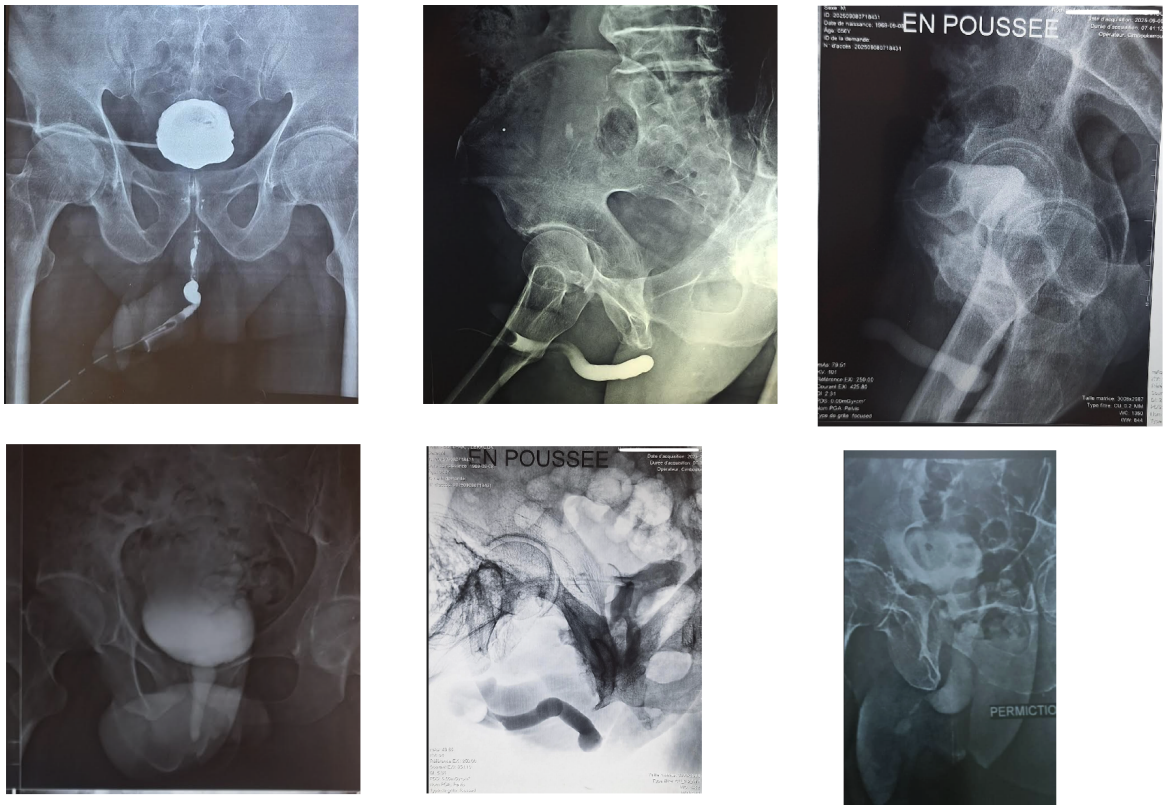


FIGURE 6.12 – Exemple d'UCRM reçue dans notre service présentant une **opacification partielle** et une **incidence radiologique inadéquate**, limitant l'interprétation.
Image issue du service d'Urologie de Constantine.

6.4.4 Solutions adoptées face aux insuffisances de l'UCRM

6.4.4.1 Urétroscopie diagnostique :

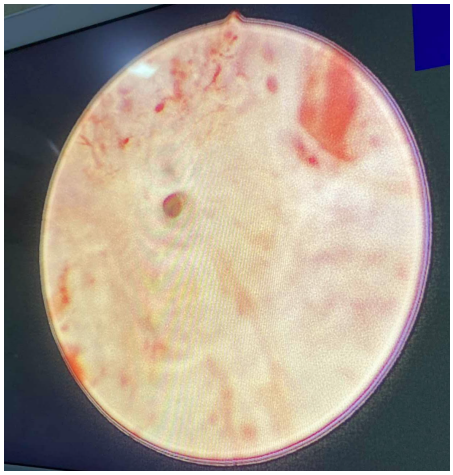
L'urétroscopie diagnostique (**figures 6.13**) constitue un outil complémentaire précieux dans l'évaluation des sténoses urétrales.

Elle est pratiquée, de préférence trois mois après le dernier geste endo-urétral, elle est presque systématique chez les patients ayant déjà subi plusieurs interventions instrumentales.

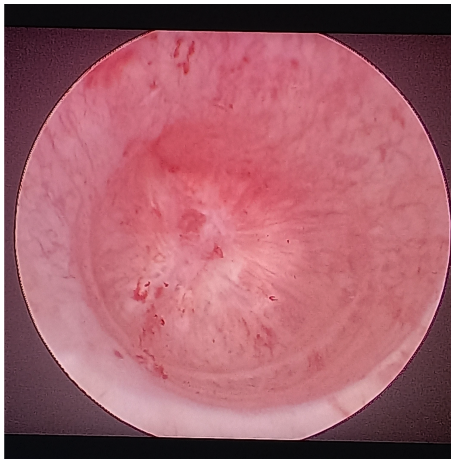
Au-delà de l'évaluation anatomique, l'urétroscopie offre surtout au chirurgien une vision précise des implications techniques, du nombre probable d'étapes, et de la durée estimée de la reconstruc-

tion. Sur le plan pratique, elle peut être réalisée à l'aide d'un fibroscope souple, souvent en consultation ou sous anesthésie locale **(figure 6.2)**. Elle permet de :

- **Confirmer le diagnostic** ;
- **Apprécier la perméabilité de la sténose** et sa franchissabilité éventuelle ;
- **Évaluer la qualité de la muqueuse urétrale sus-jacente**, élément capital pour planifier une chirurgie reconstructrice ;
- **Documenter une sténose infranchissable**.



(a) Vue endoscopique d'un rétrécissement urétral serré, caractérisé par un rétrécissement marqué de la lumière urétrale.



(b) Vue endoscopique d'une sténose complète avec absence totale de lumière urétrale, empêchant toute progression du fibroscope.

Figure 6.13 – Exploration endoscopique des sténoses urétrales : (A) Rétrécissement serré de la lumière urétrale. (B) Sténose complète avec obstruction totale du passage.
Images issues d'un cas clinique pris en charge dans le service d'urologie de Constantine.

Dans certains cas, en particulier chez les patients **porteurs chroniques de cathéter sus-pubien** ou ayant subi un **traumatisme sévère de l'urètre**, un **spasme du col vésical** peut se développer, rendant impossible une opacification du col et de l'urètre postérieur lors de l'**urétrocystographie mictionnelle**. Cette situation peut conduire à une interprétation erronée de l'examen, suggérant à tort une sténose complète de l'urètre postérieur.

Dans ces cas spécifiques, une **exploration endoscopique par l'orifice du cathéter sus-pubien** est parfois nécessaire pour confirmer ou infirmer la perméabilité de l'urètre postérieur (**figure 6.14**).

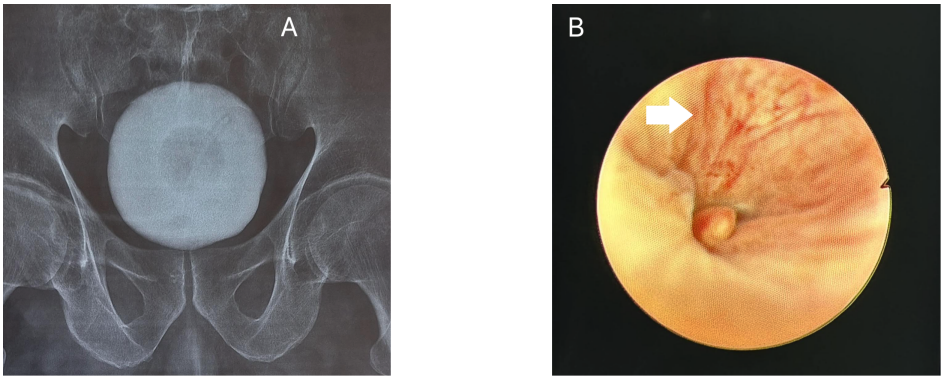


FIGURE 6.14 – Exploration endoscopique d'une sténose complète de l'urètre postérieur chez un patient victime d'une fracture du bassin. (A) UCRM montrant un arrêt net du produit de contraste. (B) Vue endoscopique rétrograde identifiant le vestige du veru montanum (flèche blanche), confirmant l'obstruction complète.
Image issue du service d'Urologie de Constantine.

6.4.4.2 Urétrocystoscanner : une alternative prometteuse d'imagerie

Afin de contourner les obstacles de l'UCRM, l'**urétrocystoscanner** apparaît comme une option particulièrement intéressante . Il offre une **évaluation morphologique fine de l'urètre**, de la sténose et de son retentissement sur les structures adjacentes.

La **technique**, bien que simple en apparence, nécessite néanmoins une certaine expertise.

Chez ce patient (**figure 6.15**), l'examen a permis de visualiser avec précision la **sténose méatique**, ainsi qu'un **rétrécissement bulbaire**, dont l'analyse aurait probablement été difficile, voire incomplète, par une opacification rétrograde classique. Ce cas souligne l'intérêt de cette modalité dans certaines situations spécifiques, en particulier lorsque les examens conventionnels sont non contributifs.

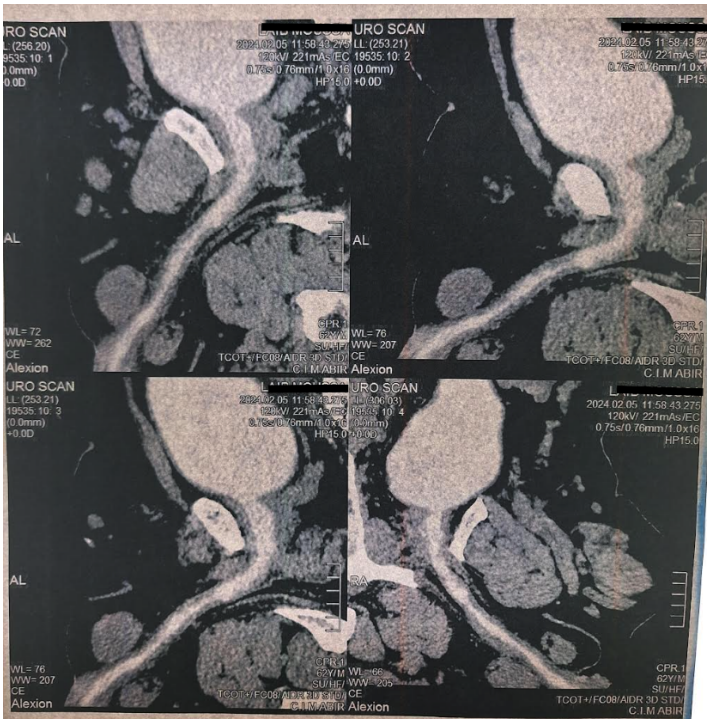


Figure 6.15 – Urétrocystoscanner. **Image issue d'un cas clinique pris en charge dans le service d'urologie de Constantine.**

6.4.5 Préparation pré-opératoire

Le choix du moment opératoire conditionne fortement les chances de succès et la prévention des complications.

6.4.5.1 Repos urétral

Un **délai minimal de trois mois** est toujours respecté après toute intervention endo-urétrale (urétrotomie, dilatation, cystoscopie). Ce temps permet la régression de l'inflammation, la stabilisation de la fibrose et une évaluation fiable de l'étendue lésionnelle à l'UCRM. Tous les patients de notre série ont bénéficié de ce repos préalable, en accord avec les recommandations internationales.

6.4.5.2 Protection du haut appareil

Chez certains patients, l'**hyperpression vésicale** peut entrainer une altération de la fonction rénale. Dans ces situations, la **mise en place d'un cathéter de cystostomie sus-pubienne** est nécessaire. Cette dérivation permet de réduire les pressions, d'améliorer le drainage urinaire et de stabiliser la fonction rénale. Dans notre expérience, plusieurs patients ont ainsi retrouvé une fonction rénale améliorée avant d'être opérés.

6.4.6 Étapes clés de la prise en charge chirurgicale

6.4.6.1 Positionnement du patient

Il conditionne l'exposition du champ opératoire, l'ergonomie du chirurgien et l'efficacité de l'intervention.

• Sténoses bulbo-urétrales et bulbo-membraneuses

Le patient est placé en **position de lithotomie dorsale**, les membres soutenus par des étriers **(figure 6.16).**

- Cette position permet une **exposition optimale de l'urètre bulbaire et bulbo-membraneux**, offrant une **excellente visibilité du champ opératoire**.
- Sur le plan ergonomique, elle permet au chirurgien de **travailler en position assise**, réduisant ainsi la fatigue musculaire et favorisant une plus grande précision des gestes techniques.
- Elle favorise un **travail en double équipe**, permettant à deux équipes de travailler simultanément :
  - Une équipe dédiée au **temps périnéal**, se concentrant sur la préparation et la reconstruction de l'urètre.
  - Une seconde équipe travaillant sur le **temps buccal**, prélèvement du greffon de muqueuse buccale.



FIGURE 6.16 – Positionnement du patient selon la localisation de la sténose : lithotomie dorsale pour les sténoses bulbo-membraneuses. EHS DAKSI

• Sténoses péniennes et méatiques

Le patient est installé en **décubitus dorsal**, cuisses légèrement écartées. Cette position facilite l'exposition de l'urètre pénien et la mobilisation cutanée. Cependant, dans notre expérience, les sténoses péniennes s'accompagnent souvent d'une atteinte bulbaire. Dans ces cas, la position de lithotomie reste privilégiée pour assurer un abord périnéal complet.

• Considérations liées au prélèvement buccal

Le positionnement du patient doit également tenir compte du **site de prélèvement de la muqueuse buccale**. Dans notre service, nous réalisons souvent le prélèvement du **côté droit du patient (figure 6.20)**. Par conséquent :

- Le **bras droit** du patient est positionné le long du corps afin de dégager l'espace opératoire et éviter toute gêne.
- Un **prolongateur de perfusion** est fixé, permettant aux anesthésistes de travailler confortablement.
- La **tête du patient est tournée légèrement vers la droite**, optimisant ainsi l'accès au site de prélèvement tout en évitant une hyper-rotation cervicale inconfortable.

6.4.6.2 Choix anesthésique et modalités d'intubation

Pour une urétroplastie par GMB une **anesthésie générale**, permet un relâchement musculaire optimal, un contrôle rigoureux des paramètres hémodynamiques.

• **Type d'intubation :** Dans notre pratique, nous privilégions systématiquement une **Intubation nasotrachéale (INT) (figure 6.17 et figure 6.18)**, qui présente plusieurs avantages :

- **Libération complète de la cavité buccale** : permettant un accès optimal au site de prélèvement.
- **Meilleure stabilité de l'intubation** : évitant les déplacements accidentels de la sonde lors du prélèvement de la muqueuse buccale.

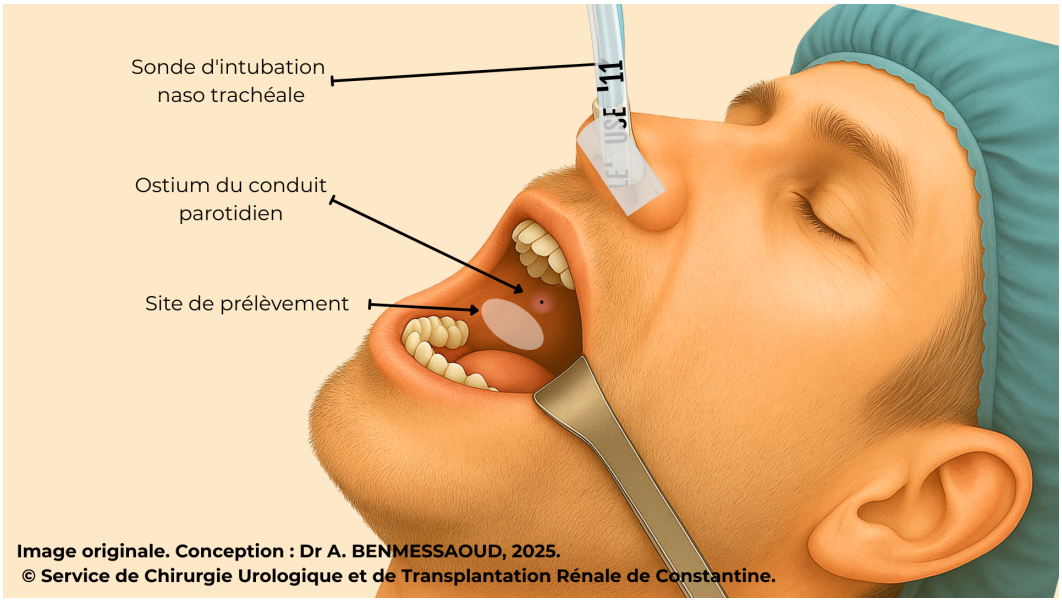


Figure 6.17 – Illustration schématique d'une Anesthésie générale avec intubation nasotrachéale. ***Image originale — propriété du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.***



Figure 6.18 – Intubation nasotrachéale. **Image issue du service d'Urologie de Constantine.**

Cependant, dans certains cas où une intubation nasotrachéale est impossible (obstruction nasale,

antécédent d'un traumatisme facial, chirurgie ORL antérieure), nous pouvons réaliser l'intervention sous **anesthésie générale avec intubation orotrachéale (figure 6.19 et figure 6.20)**.

Dans ce cas, certaines précautions doivent être prises :

— La sonde doit être **latéralisée** soigneusement afin de **de bien dégager l'espace opératoire intra-buccal**.

— Il est essentiel d'**éviter toute mobilisation accidentelle** de la sonde, notamment lors des manœuvres chirurgicales au niveau de la joue ou de la lèvre.

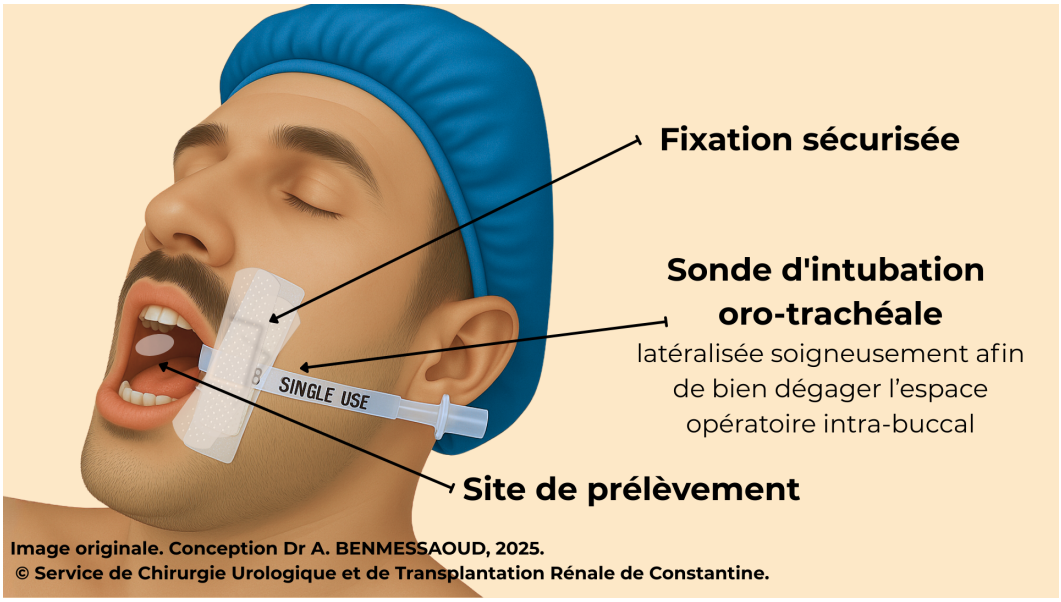


FIGURE 6.19 – Exemple de positionnement correct d'une sonde d'intubation oro-trachéale. ***Image originale — propriété du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.***



FIGURE 6.20 – Positionnement de la tête du patient lors du prélèvement de la muqueuse buccale. **Image issue du service d'Urologie de Constantine.**

• **Gestion anesthésique per-opératoire** Une prise en charge anesthésique rigoureuse est essentielle pour optimiser les conditions chirurgicales et le confort postopératoire. Nos protocoles incluaient principalement :

- **Analgésie multimodale** : administration d'antalgiques (ou morphiniques si nécessaire) pour limiter la douleur postopératoire.
- **Analgésie locale au site de prélèvement buccal**, afin de réduire les douleurs immédiates et améliorer le confort du patient.
- **Bloc nerveux pudendal bilatéral** (**figure 6.21,**). Ce bloc, procure une analgésie ciblée du périnée et de la région génitale, avec un bénéfice net en matière de confort postopératoire. Les complications sont rares mais doivent être connues : injection intravasculaire, diffusion vers le nerf sciatique avec bloc moteur transitoire. Il constitue un plus dans la chirurgie reconstructrice de l'urètre.

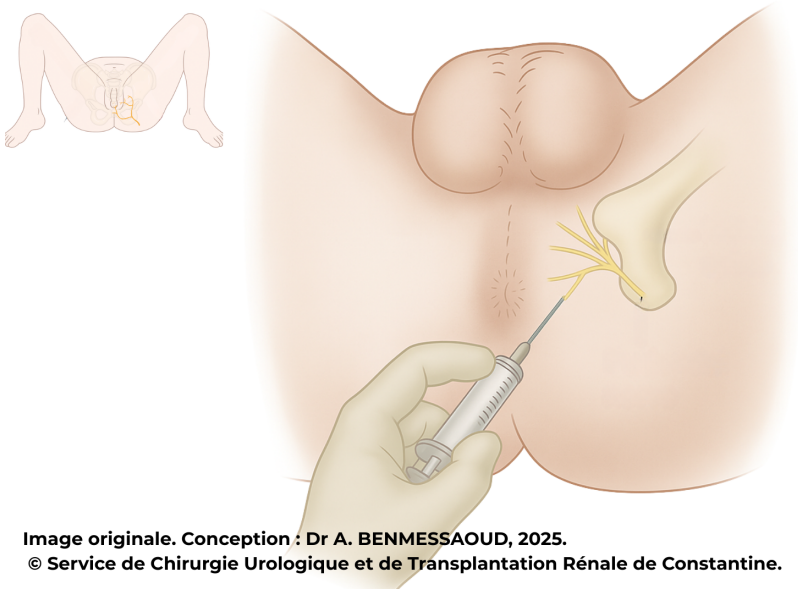


Figure 6.21 – Bloc pudendal bilatéral réalisé en position de lithotomie. ***Image originale — propriété du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.***

6.4.6.3 Déroulement de l'intervention

Une attention particulière est portée à la prévention de toute contamination croisée entre le site périnéal et le site buccal.

• Organisation du matériel chirurgical

- Deux tables d'instrumentation sont préparées de manière distincte (figure 6.1) :
  - Une table dédiée au **temps périnéal** ;
  - Une table dédiée au **temps buccal**.

6.4.6.4 Voie d'abord chirurgicale

La voie d'abord chirurgicale dépend de la localisation et de la longueur de la sténose urétrale.

• Voie périnéale : L'incision périnéale constitue l'abord de référence pour les sténoses bulbo-membraneuses. Deux approches sont principalement utilisées : l'incision médiane sur le raphé, privilégiée lorsqu'un traitement en un seul temps est envisagé, et l'incision en U inversé (« chapeau de

gendarme »), retenue lorsque l'on anticipe un geste en deux temps avec éventuelle périnéostomie, grâce à l'ouverture plus large qu'elle autorise.

Le muscle bulbo-spongieux doit être incisé strictement sur la ligne médiane afin de préserver ses attaches latérales et de faciliter sa fermeture en fin d'intervention, préservant ainsi son rôle physiologique dans l'éjaculation —geste que nous réalisons systématiquement chez nos patients. La connaissance précise des rapports avec les structures vasculo-nerveuses profondes et le rectum demeure essentielle, car une dissection approximative expose à des complications redoutées, notamment la perforation rectale surtout dans les contextes post-traumatiques.

• **Voie coronale :** La voie coronale consiste à réaliser une incision circulaire à environ **5 mm du sillon du gland**, suivie d'un dégantage complet du fourreau de la verge. Cette technique permet d'exposer l'ensemble de l'urètre pénien, depuis le méat jusqu'au bulbe proximal, offrant ainsi un accès optimal pour réaliser divers types d'**urétroplastie**, qu'il s'agisse d'une reconstruction par greffe de muqueuse buccale ou d'une réparation cutanée directe (**figure 6.22**).

Il est impératif de respecter les artères du fourreau de la verge afin de garantir une bonne cicatrisation des lambeaux cutanées.

La **figure 6.22** illustre l'incision coronale avec dégantage de la verge, permettant une visualisation complète de l'urètre pénien.

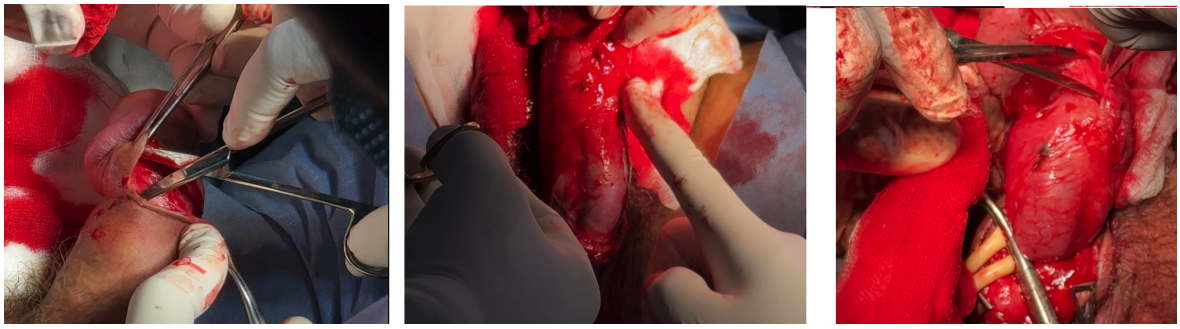


FIGURE 6.22 – Voie coronale permettant un accès large et optimal à l'urètre pénien après dégantage du fourreau de la verge. **Image issue du service d'Urologie de Constantine.**

• **Voie médiane pénienne** La voie médiane pénienne est considérée comme la voie d'abord **historique** de l'urètre pénien (figures 6.23).

Cette approche est largement utilisée dans le cadre des **mises à plat de l'urètre** lorsque la sténose est particulièrement sévère et que la largeur de la plaque urétrale est rétrécie. La mise à plat de l'urètre antérieur permet de rétablir temporairement un flux urinaire en transformant le patient en **hypospade** ou en **porteur de périnéostomie**.

La mise à plat simple, est particulièrement indiquée lorsque il n'est pas possible de faire une reconstruction immédiate en un seul temps.

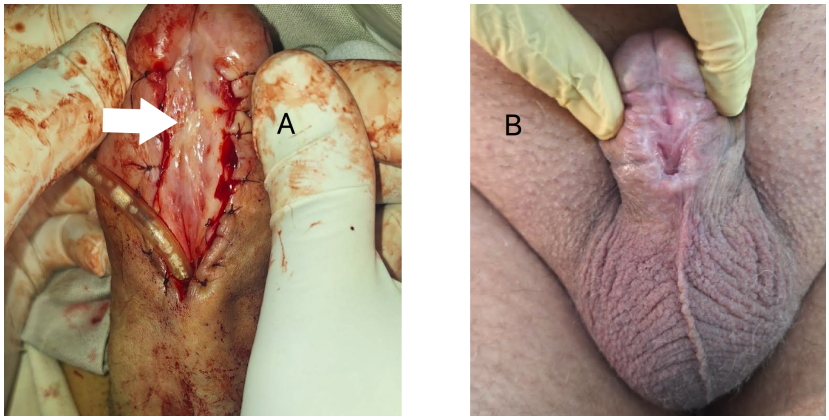


Figure 6.23 – A : Mise à plat de l'urètre pénien chez un patient présentant une sténose sévère associée à un lichen scléreux.
B : Aspect trois mois après la mise à plat.
Images issues du service d'Urologie de Constantine.

• **Voie péno-scrotale** La **voie d'abord pénoscrotale** peut être envisagée comme une alternative technique lorsque la lésion siège à la jonction **péno-scrotale** et que l'exposition par voie médiane pénienne s'avère limitée. Elle offre un **accès direct et étendu** à cette zone anatomique charnière.

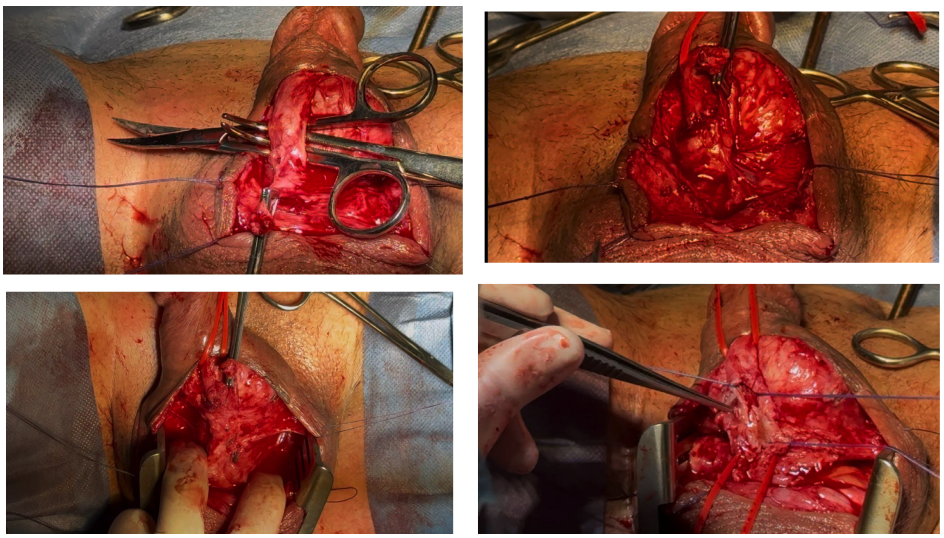


Figure 6.24 – **Voie pénoscrotale – quelques étapes opératoires.**
Images issues du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF Ce cas concernait un patient adressé pour une **reprise chirurgicale** à la suite d'une **complication sévère post-urétroplastie échouée**, caractérisée par une **nécrose de l'urètre pénien distal** associée à un **abcès fistulisé à la peau**.

Le recours à la **voie pénoscrotale** a permis une **exposition satisfaisante du foyer lésionnel** ainsi que la **préparation des berges urétrales**, en vue d'une **reconstruction secondaire**, dont la **figure 6.24** illustre les **principaux temps opératoires**.

6.4.6.5 Approches chirurgicales selon la localisation de la sténose : du méat à l'urètre bulbo-membraneux

Dans cette section, nous avons choisi d'**illustrer notre démarche chirurgicale** à travers une sélection de cas représentatifs issus de notre série. Il ne s'agit pas ici de présenter l'ensemble des 30 patients opérés dans le cadre du protocole Cirtéen, mais plutôt de mettre en lumière certains cas **particulièrement informatifs**, tant par leur complexité que par les adaptations techniques qu'ils ont imposées, et à **exemplifier concrètement l'application du protocole Cirtéen**.

- **Méat urinaire et fossette naviculaire.**
  - Les sténoses de la fossette naviculaire sont rarement isolées.
  - Elles sont fréquemment associées à un rétrécissement de l'urètre pénien sous-jacent.
  - Cette association rend la reconstruction plus complexe et souvent séquentielle.
  - Dans notre expérience, l'urétroplastie selon la technique d'**Asopa**, également appelée technique d'**inlay dorsal**, réalisée en un seul temps opératoire ou après mise à plat préalable selon l'état des tissus, constitue la technique privilégiée pour la prise en charge de ce type de sténose.

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 1

- **Présentation du cas clinique**
  - Patient âgé de 65 ans présentant une sténose méatique isolée évoluant depuis plusieurs années.
  - Antécédents de dilatations itératives suivies d'une méatotomie, compliquées par des récidives répétées.
  - Évolution vers une obstruction quasi-totale ayant nécessité une cystostomie sus-pubienne en urgence.
- **Bilan préopératoire**
  - L'urétro-cystographie rétrograde et mictionnelle (UCRM) objective un trajet urétral filiforme au niveau de l'urètre intra-glandulaire.
  - Présence d'un reflux marqué du produit de contraste vers les glandes para-urétrales, traduisant une dilatation chronique avec risque infectieux associé.
- **Technique opératoire (figures 6.25—6.28).**
  - Stabilisation du gland par un fil tracteur transversal permettant une traction douce de la verge.
  - Incision ventrale avec ouverture successive de la peau, du corps spongieux et de la muqueuse urétrale, suivie d'une spatulation autorisant le passage libre d'une sonde CH18.
  - Exposition complète de l'urètre intraglandulaire après mobilisation bilatérale de la muqueuse urétrale.
  - Urétrotomie dorsale à la lame froide prolongée jusqu'à l'urètre sain, avec excision complète du tissu fibreux.
  - Prélèvement et fixation d'un greffon de muqueuse buccale en position dorsale selon la technique d'Asopa.
  - Tubulisation de l'urètre sur sonde CH14, fermeture du corps spongieux et réalisation d'une glanduloplastie sans hyperpression.
  - Fermeture cutanée et mise en place d'un pansement compressif.
- **Suites opératoires et résultats**
  - Sortie du patient au troisième jour post-opératoire.

- Satisfaction fonctionnelle et esthétique à trois mois de suivi.
- Passage libre d'une sonde CH16 confirmant la perméabilité urétrale.

○ **En Conclusion**

- La prise en charge des sténoses du méat urétral et de la fossette naviculaire doit être spécifique et individualisée.
- L'urétroplastie constitue le traitement de référence dès la récidive.
- Cette approche permet de préserver les résultats fonctionnels et esthétiques par rapport aux traitements palliatifs.

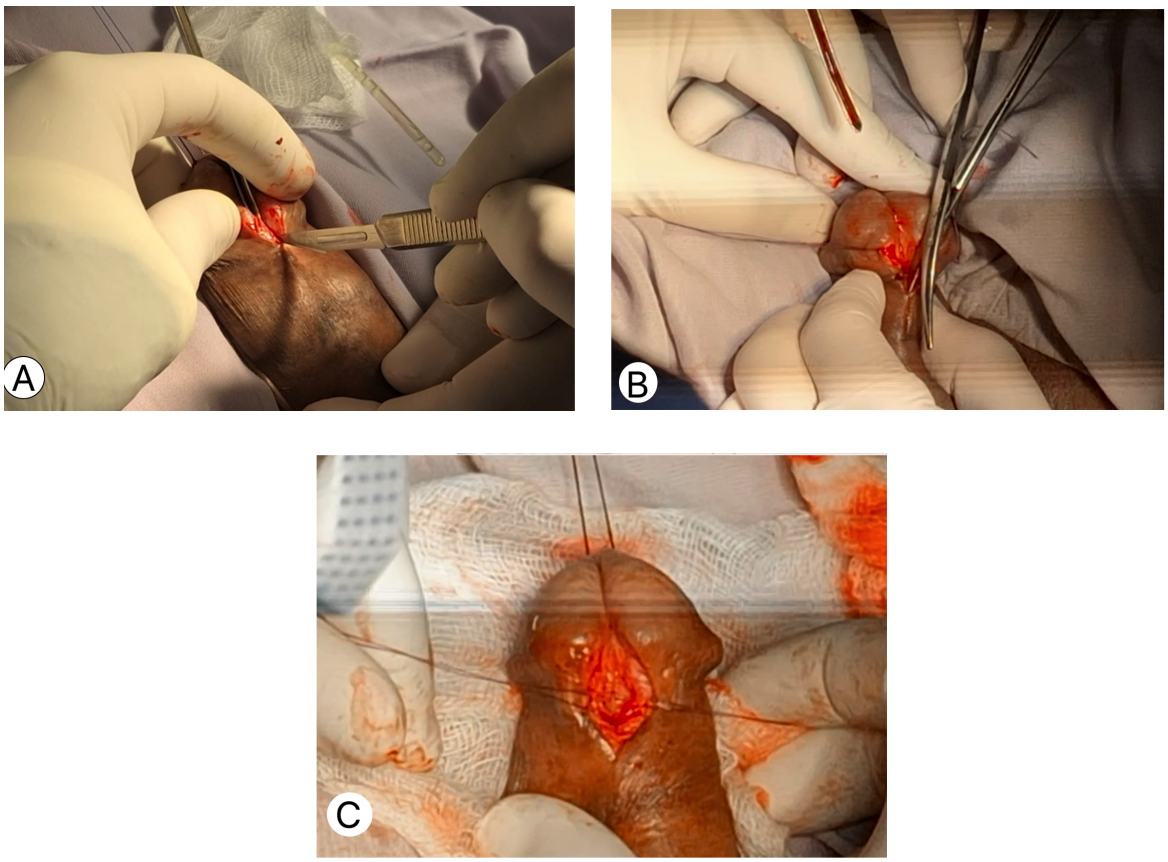


Figure 6.25 – Séquence opératoire montrant : (A) Incision ventrale initiale. (B) Ouverture large de la partie sténosée (C) Exposition par des fils tracteurs
Images issues du service d'Urologie de Constantine.

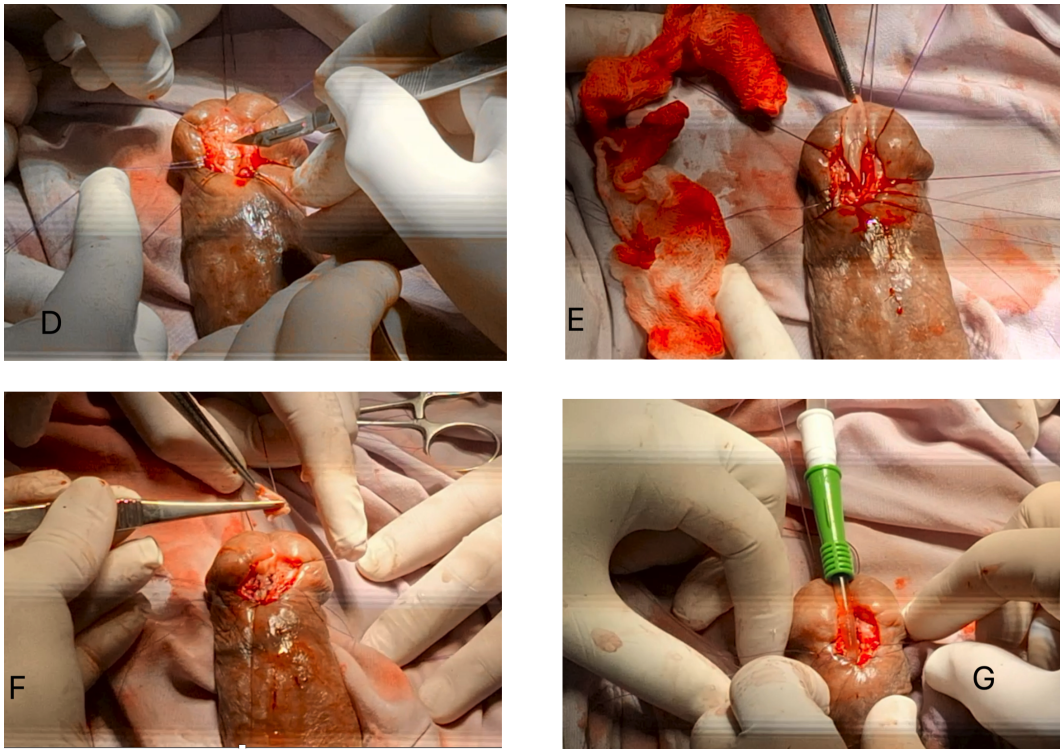


FIGURE 6.26 – Étapes chirurgicales montrant l'excision, la fixation du greffon et la tubulisation de l'urètre : (D) Urétrotomie dorsale et excision de la fibrose. (E) Fixation du greffon sur la face dorsale. (F) Ajustement et fixation complète. (G) Tubulisation de l'urètre sur la sonde. **Images issues du service d'Urologie de Constantine.**

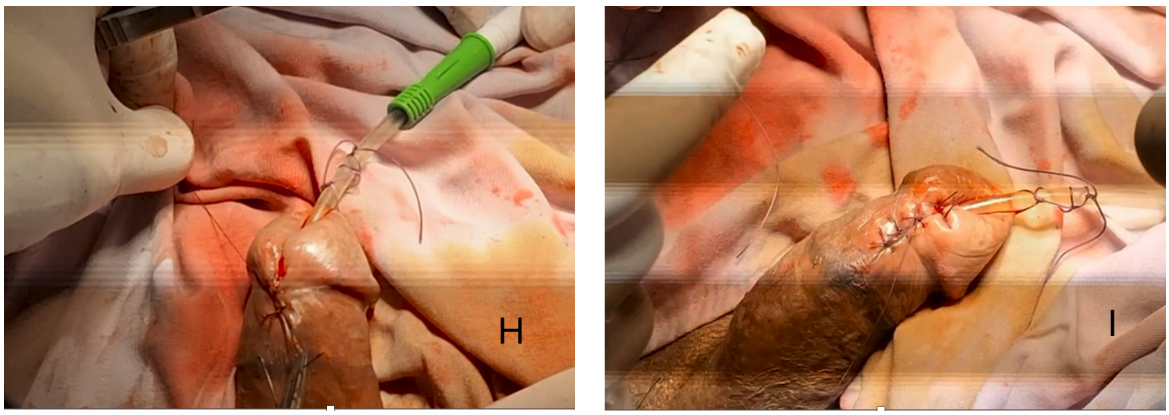


FIGURE 6.27 – Glanduloplastie et finition chirurgicale après urétroplastie : (H) Fermeture du corps spongieux. (I) Glanduloplastie avec ajustement esthétique.
Images issues du service d'Urologie de Constantine.

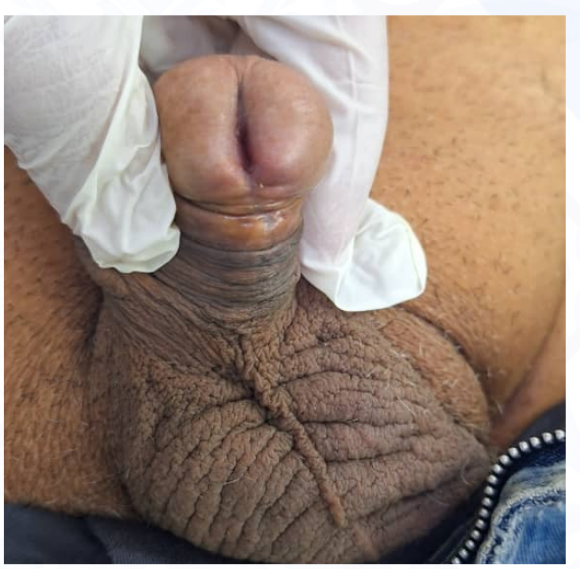


Figure 6.28 – Aspect clinique trois mois après urétroplastie par greffe de muqueuse buccale avec rétablissement complet du flux urinaire normal et satisfaction esthétique. **Image issue du service d'Urologie de Constantine.**

Il convient de rappeler que l'**urétroplastie dite « en deux temps »** ne se limite pas à une stricte succession de deux actes opératoires : il s'agit d'une *approche séquentielle modulable*, connue sous le terme de *staged urethroplasty*, qui autorise une grande flexibilité dans la prise en charge des situations complexes.

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 2

- **Présentation du cas clinique**
  - Patient âgé de 40 ans, marié, père de deux enfants, commerçant de profession.
  - Prise en charge pour une sténose pénienne complexe.
  - Traitement initial par mise à plat urétrale selon la technique de Johanson (premier temps).
- **Évolution postopératoire**
  - Résultat postopératoire immédiat satisfaisant.
  - À trois mois, excellent confort mictionnel malgré un aspect clinique d'hypospadie.
- **Choix thérapeutique du patient**
  - Décision autonome du patient de ne pas poursuivre la reconstruction vers un second temps.
  - Absence de gêne fonctionnelle et de préjudice esthétique significatif.
- **Analyse clinique**
  - Bien que cette décision puisse paraître paradoxale, elle reflète un niveau de satisfaction élevé chez ce patient, lequel ne rapportait ni gêne fonctionnelle ni préjudice esthétique significatif.
  - Il peut être légitime de s'interroger sur l'inclusion, dans cette série, de patients n'ayant pas achevé l'ensemble du processus de reconstruction. Et c'est précisément tout l'objet de ce chapitre : exposer notre méthodologie chirurgicale dans sa réalité la plus fidèle, sans occulter les parcours partiels ni masquer les décisions partagées. Cette inclusion ne relève en rien d'une contamination méthodologique ou d'un biais de sélection. Bien

au contraire, elle traduit une volonté délibérée de refléter, avec honnêteté, la pratique quotidienne dans notre contexte.
Ces patients — **tous porteurs d'un cathéter sus-pubien à l'admission**, souvent au terme d'un long chemin d'échecs thérapeutiques — ont bel et bien bénéficié d'un temps chirurgical initial dans le cadre du protocole Cirtéen. Le fait qu'ils aient ensuite choisi de ne pas poursuivre vers un second temps opératoire ne saurait disqualifier leur apport à cette étude. Leur parcours met au contraire en lumière une dimension essentielle de la reconstruction urétrale : celle du compromis fonctionnel, accepté, parfois même recherché, par le patient lui-même. Une facette qu'il serait — scientifiquement regrettable — de passer sous silence.
L'inclusion de ces cas ne vise donc pas à diluer la rigueur scientifique, mais au contraire à documenter une réalité concrète de notre contexte local : celle de l'adhésion du patient, de ses attentes réelles, et de sa satisfaction fonctionnelle, parfois obtenue sans reconstruction complète. Ce choix méthodologique s'inscrit pleinement dans l'objectif de notre étude, qui est d'apporter une contribution fidèle, nuancée et ancrée dans notre pratique quotidienne — loin des modélisations idéales, mais au plus près du vécu des patients. Ces données enrichissent ainsi la portée clinique et humaine du protocole Cirtéen.

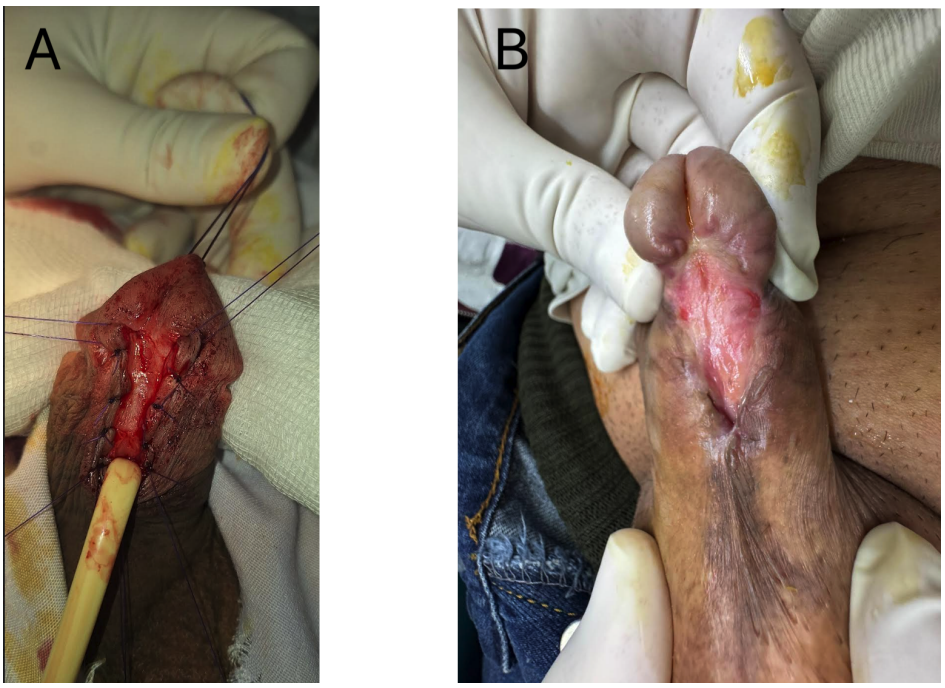


FIGURE 6.29 – Résultats après un premier temps de Johanson chez un patient avec sténose pénienne complexe : (A) Résultat immédiat après mise à plat selon Johanson. (B) Aspect clinique trois mois après, montrant un confort mictionnel optimal malgré l'aspect d'hypospade. **Images issues du service d'Urologie de Constantine.**

Contrairement à certaines situations particulières, la majorité des patients a poursuivi le parcours chirurgical jusqu'à son terme.

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 3 :

- **Stratégie chirurgicale**

- Réalisation d'une urétroplastie étagée (*staged urethroplasty*) en deux temps.
- Approche hybride combinant plastie cutanée et greffe de muqueuse buccale.
- L'objectif est de faire une restauration urétrale tout en optimisant les résultats fonctionnels et esthétiques.

◦ **Résultats postopératoires**

- À trois mois après la seconde intervention, miction fluide sans résidu post-mictionnel.
- Satisfaction complète du patient sur le plan esthétique.

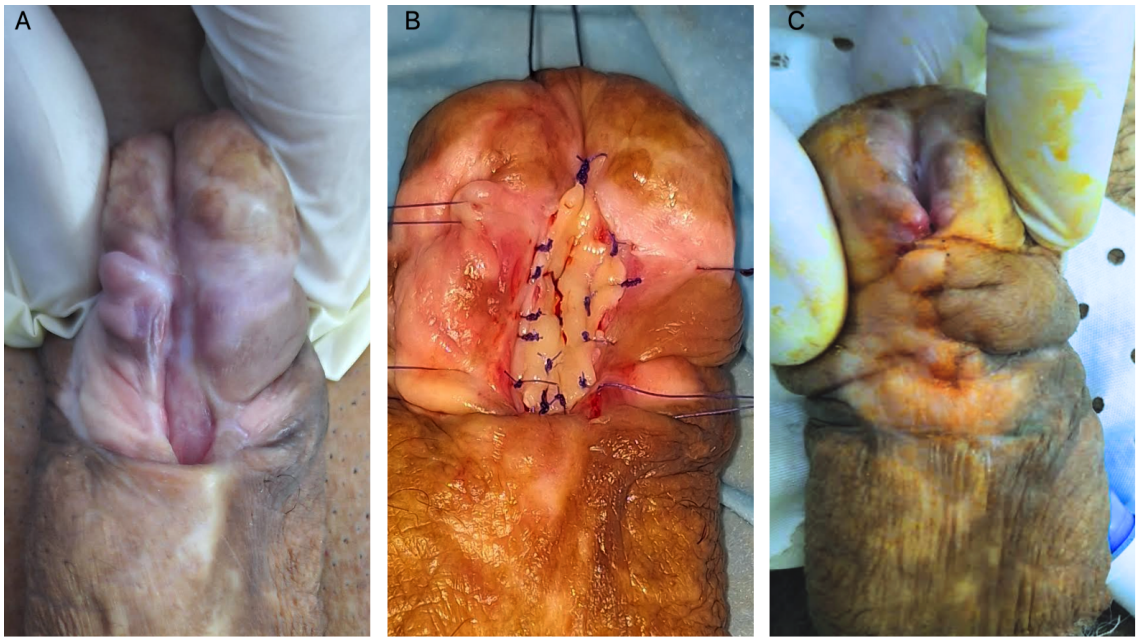


Figure 6.30 – Résultats d'une *staged urethroplasty* hybride chez un patient de la série : (A) Aspect préopératoire montrant une sténose sévère 3 mois après la mise à plat. (B) Vue peropératoire après greffe de muqueuse buccale. (C) Résultat à un mois post-opératoire. **Images issues du service d'Urologie de Constantine.**

• **Urètre pénien** La prise en charge des sténoses de l'urètre pénien repose sur les mêmes principes fondamentaux que ceux décrits précédemment.

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 1 :

◦ **Stratégie chirurgicale**

- Réalisation d'une mise à plat urétrale selon la technique de Johanson lors du premier temps opératoire.
- Trois mois plus tard, réalisation d'une plastie cutanée.
- Dans cette approche, les derniers centimètres distaux ont volontairement été laissés non recouverts par la plastie cutanée afin de réserver cet espace pour la réalisation d'un **greffon de muqueuse buccale** lors du prochain temps opératoire, conformément aux principes du protocole CIRTÉEN.

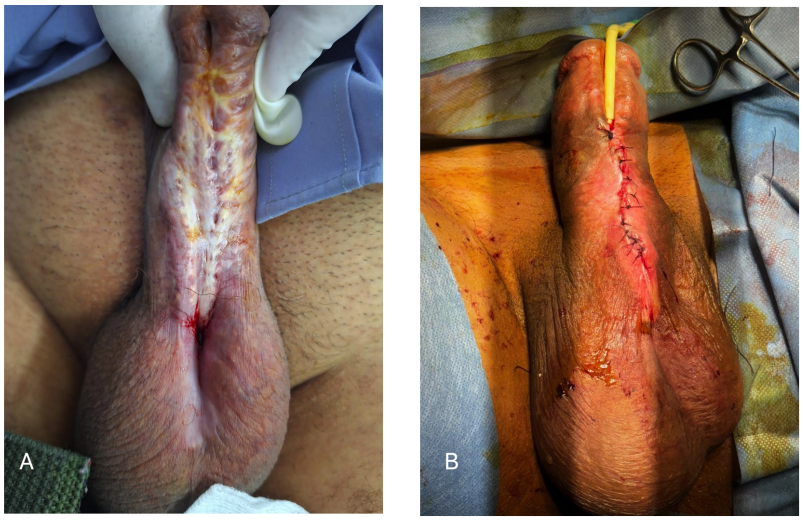


FIGURE 6.31 – Résultat séquentiel d'une reconstruction pénienne par plastie cutanée : (A) Aspect trois mois après mise à plat urétrale. (B) Vue peropératoire après plastie cutanée seule. **Images issues du service d'Urologie de Constantine.**

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 2 : [208]

- **Contexte du cas**
  - Étiologie traumatique pénienne rare (faux pas du coït).
  - Rupture du corps caverneux avec extension au corps spongieux (figure 6.32).
- **Antécédents et prise en charge initiale**
  - Tentative initiale de réparation par urétroplastie termino-terminale réalisée dans un autre centre.
  - Échec fonctionnel précoce avec apparition d'une sténose urétrale deux semaines après l'intervention.
  - Mise en place d'un cathéter sus-pubien.
  - Urétrocystographie rétrograde objectivant une sténose de l'urètre pénien moyen (figure 6.33).

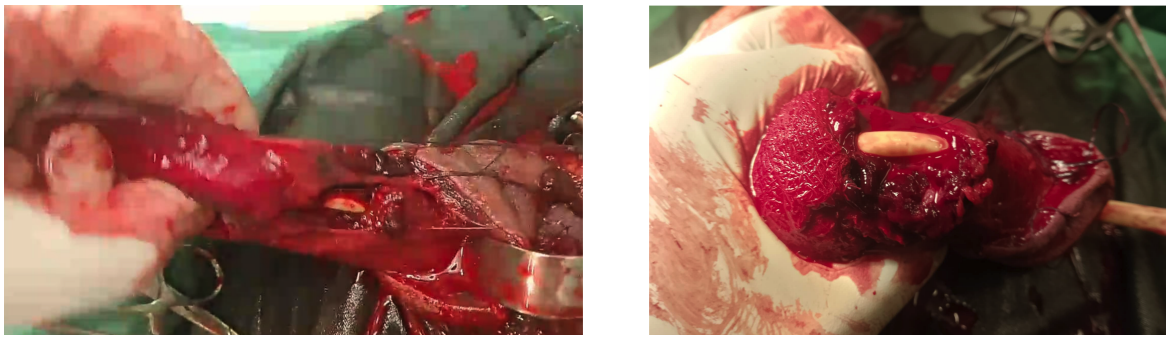


FIGURE 6.32 – Image per-opératoire objectivant une rupture du corps caverneux étendue jusqu'au corps spongieux et à l'urètre. EHS DAKSI , Constantine

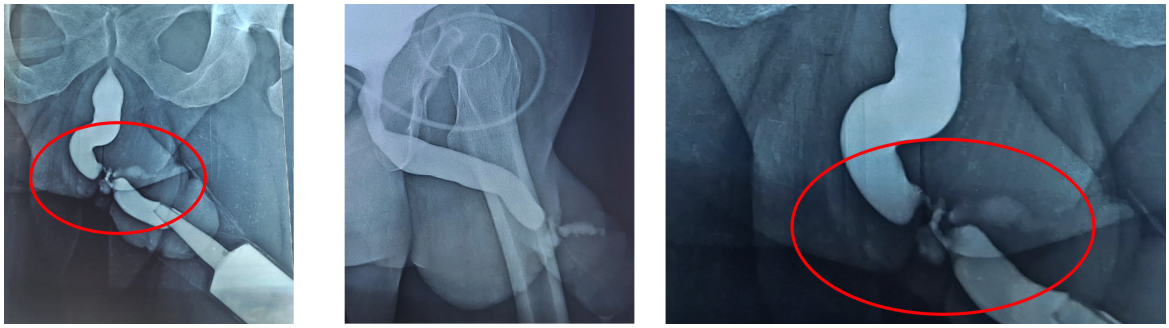


Figure 6.33 – UCRM montrant une sténose de l'urètre pénien moyen chez un patient victime d'une rupture du corps caverneux. EHS DAKSI , Constantine

- **Les étapes de la réparation chirurgicale 6.25**
  - Incision sous-coronaire et dégantage complet du fourreau pénien.
  - Dissection du tissu sous-cutané jusqu'au fascia de Buck.
  - Mise en évidence d'un nodule fibreux volumineux et induré, situé au niveau du corps caverneux gauche.
  - Excision complète du tissu fibreux pathologique.
  - Libération et retournement du corps spongieux après spongiotomie longitudinale.
  - Reconstruction urétrale combinant une anastomose muqueuse-muqueuse ventrale sur tissu sain et une augmentation dorsale par greffon de muqueuse buccale.
  - Contrôle per-opératoire de l'étanchéité et test d'érection.
  - Drainage et dérivation urinaire par cathéter sus-pubien.
  - Fermeture des différentes enveloppes anatomiques selon les plans de dissection.
  - Pansement compressif.
- **Suites opératoires immédiates**
  - Gestion antalgique multimodale selon les protocoles standards.
  - Poursuite d'une antibioprophylaxie adaptée.
  - Retrait de la lame de drainage à J1.
  - Soins locaux rigoureux de la plaie opératoire.
- **Consignes de sortie** Sortie du patient à J8 postopératoire, en bon état général, avec les consignes suivantes :
  - Repos relatif pendant 15 jours, avec éviction des efforts physiques intenses.
  - Prise d'antalgiques selon prescription.
  - Suivi post-opératoire :
    - À J15 : ablation de la sonde vésicale.
    - À J21 : ablation du cathéter sus-pubien.
- **Rééducation érectile et accompagnement**
  - Administration d'inhibiteurs de la phosphodiestérase de type 5 (IPDE5) pour préserver l'oxygénation caverneuse.
  - Rééducation érectile par stimulation mécanique et encouragement aux érections précoces.
  - Accompagnement psychologique.

Le patient a été revu à 3 mois post-opératoire avec une miction satisfaisante sans résidu post-mictionnel à l'échographie. La satisfaction fonctionnelle et esthétique était optimale.

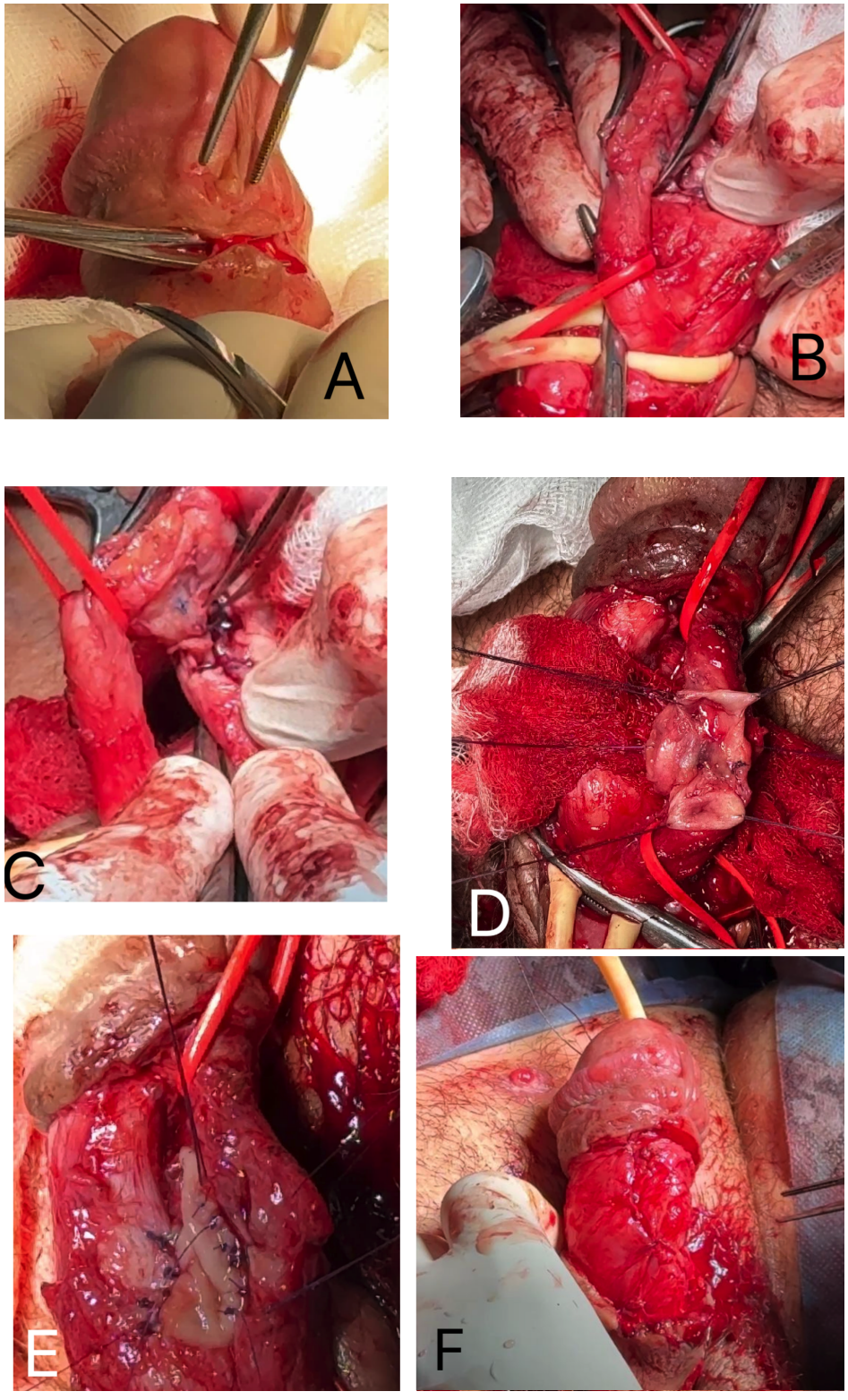


FIGURE 6.34 – Étapes chirurgicales de la reconstruction urétrale pénienne : (A) Incision coronale ; (B) Libération du corps spongieux et mise sur lacs ; (C) Libération complète de la sténose et du tissu cicatriciel ; (D) Spongiotomie et exposition de la sténose ; (E) Excision de la sténose, anastomose muqueuse-muqueuse, et fixation du greffon en dorsal. (F) Aspect Final, EHS DAKSI , Constantine

.

• **Urètre bulbo-membraneux** Les principes de l'urétroplastie appliqués aux autres segments urétraux s'appliquent également à l'urètre bulbaire, avec toutefois quelques particularités anatomiques et topographiques spécifiques. La portion bulbo-membraneuse se distingue notamment par sa **proximité immédiate avec le sphincter strié**, élément clé de la continence urinaire, imposant une prudence technique accrue lors de la dissection et de la reconstruction **(figure 6.35)** .

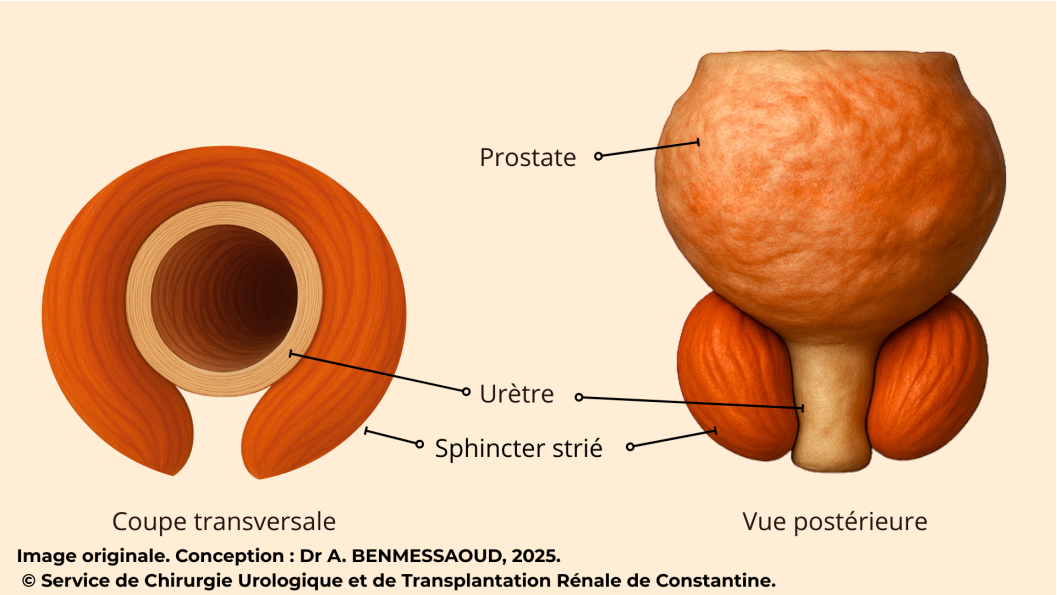


Figure 6.35 – **Représentation schématique illustrant l'anatomie du sphincter strié en regard de l'urètre membraneux.**
Image originale — propriété du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.

Le choix de la position du greffon — ventrale ou dorsale — constitue une étape stratégique importante.

Le **positionnement ventral** du greffon est souvent plus simple d'accès. Il est **souvent privilégié dans les contextes où l'on envisage un traitement en plusieurs temps**, car cet abord correspond aux premières étapes techniques d'une éventuelle **périnéostomie**.

À l'inverse, le **positionnement dorsal** du greffon, fixé contre les corps caverneux, bénéficie d'un **meilleur appui anatomique**, favorable à la stabilité du greffon et à sa réintégration.

Toutefois, ce choix implique d'emblée une forte présomption de faisabilité d'un traitement en un seul temps. En effet, une conversion peropératoire vers une approche séquentielle rendrait alors la réalisation d'une périnéostomie techniquement complexe.

La **figure 6.36** illustre ces deux configurations.

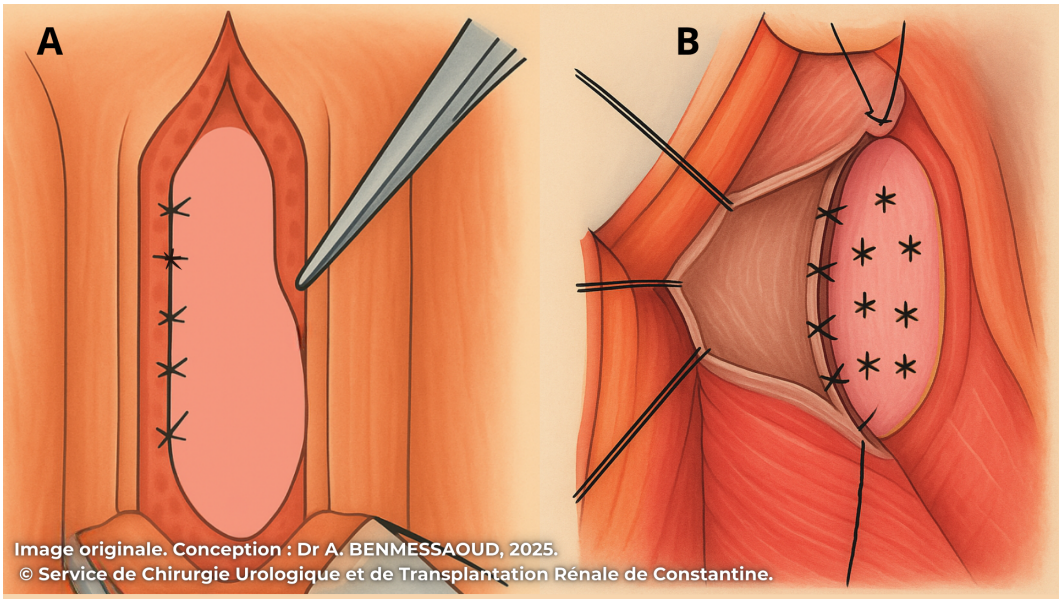


FIGURE 6.36 – Comparaison des deux positions de greffe possibles dans l'urétroplastie bulbaire : (A) Greffe en position ventrale, et début de fixation du greffon dans le corps spongieux. (B) Greffe en position dorsale, fixée sur les corps caverneux après mobilisation urétrale.
Illustration originale — Propriété du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 1 : Cette réflexion stratégique est illustrée dans la **figure 6.37**, à travers ce cas clinique. Il s'agit d'un patient de 50 ans, porteur d'une sténose bulbaire sévère, secondaire à trois Urétrotmie interne (UI) . La dernière s'est compliquée d'une sténose complète avec mise en place d'un cathéter sus-pubien. L'exploration per-opératoire a révélé une plaque urétrale largement détruite. La sténose est située au même niveau du muscle bulbo-spongieux. Cette constatation a permis de retenir l'indication de mettre le greffon en position ventrale, bénéficiant d'un bon lit de recouvrement.

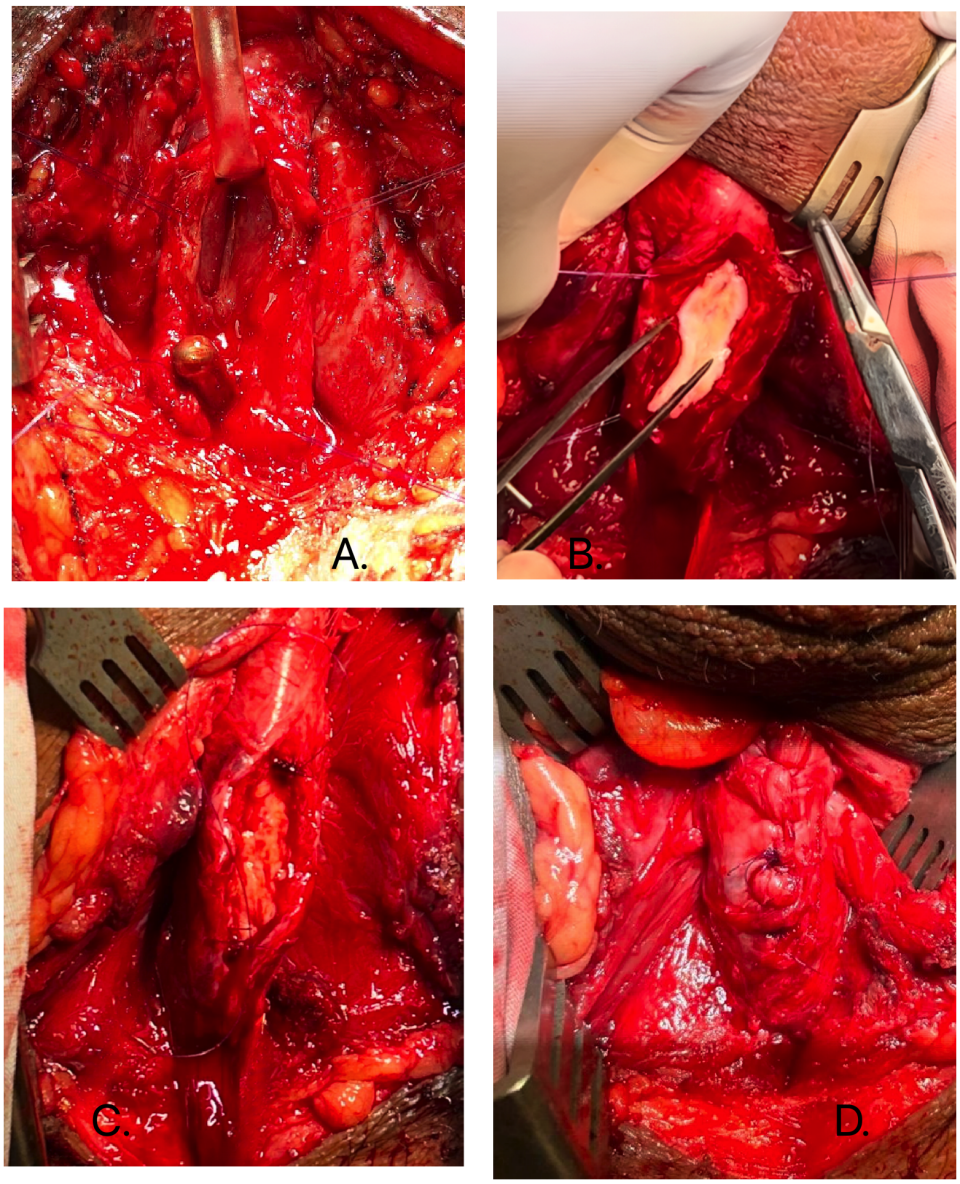


Figure 6.37 – **Étapes opératoires d'une urétroplastie bulbaire en un seul temps avec greffe en onlay ventral.**
(A) Exploration per-opératoire avec visualisation de la plaque urétrale. (B) Dépôt du greffon de muqueuse buccale sur la zone à réparer. (C) Fixation du greffon en ventral sur le corps spongieux. (D) Spongiorraphie et fermeture finale. ***Images issues du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.***

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 2 : Plusieurs critères orientent notre choix entre une reconstruction en un seul temps et une stratégie séquentielle. Parmi les critères les plus décisifs figurent :

- **L'état de la muqueuse urétrale résiduelle**,
- **La largeur disponible pour une tubulisation** (règle des 9 mm), critère biomécanique incontournable de faisabilité ;
- **La qualité du lit spongieux** (fibrose, inflammation, saignement excessif ou au contraire

fibrose blanche sèche) ;

— **Le contexte infectieux** ou inflammatoire actif ;

— Et bien sûr, **les antécédents chirurgicaux** ayant déjà altéré l'anatomie périnéale.

Dans les situations où la muqueuse urétrale est absente ou irréversiblement altérée (**figure 6.38**), toute tentative de régénération spontanée de l'épithélium devient illusoire. Ce constat est crucial dans la planification thérapeutique, car il oriente vers une stratégie de substitution plutôt que d'augmentation.

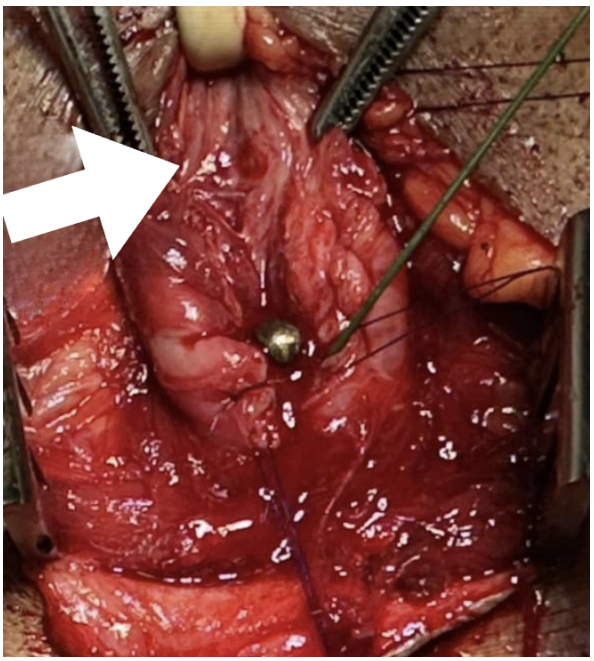


FIGURE 6.38 – Aspect per-opératoire d'une muqueuse urétrale détruite chez un patient ayant subi de multiples dilatations. **Image issue d'un cas clinique pris en charge dans le service d'urologie de Constantine.**

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 3 : En outre, il est impératif de prendre en compte la **présence éventuelle d'une métaplasie squameuse** (**figure 6.39**). Ce phénomène est fréquent chez les patients ayant subi des **dilatations répétées** et constitue un facteur majeur de **récidive**. La **résection complète de ce tissu** est donc indispensable pour garantir une reconstruction durable et efficace.

La **métaplasie squameuse** se manifeste par une **zone blanchâtre**, souvent secondaire aux agressions mécaniques répétées. Il est crucial de noter que cette altération peut survenir **même dans des zones non sténosées**, imposant ainsi une **résection encore plus large**.

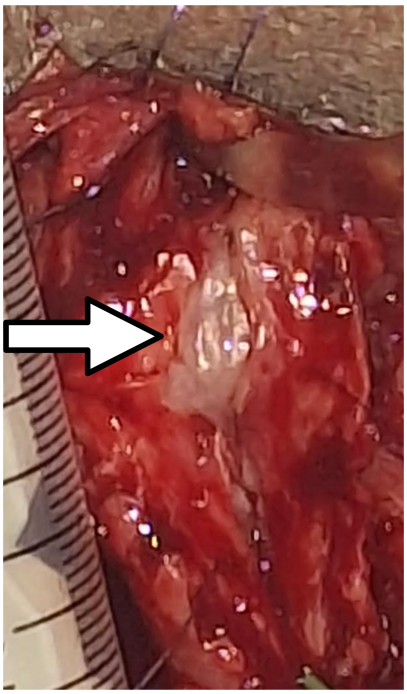


Figure 6.39 – Aspect per-opératoire d'une métaplasie squameuse séquellaire chez un patient ayant subi des dilatations répétées. **Image issue d'un cas clinique pris en charge dans le service d'urologie de Constantine.**

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 4 : Un autre paramètre fondamental guide notre choix entre une reconstruction en un temps et une stratégie séquentielle : **la qualité du lit spongieux**. En effet, greffer une muqueuse buccale sur un tissu fibreux, blanchâtre, mal vascularisé — ce que nous appelons communément un *désert vasculaire* — expose à un risque majeur d'échec de prise du greffon.

C'est pourquoi, dans notre protocole CIRTÉEN, l'appréciation peropératoire de la qualité corps spongieux est une étape **centrale, systématique et déterminante**. Elle repose sur plusieurs éléments : la couleur du tissu, son saignement au contact, sa souplesse, et son aspect macroscopique.

La **figure 6.40** illustre un exemple typique de spongiofibrose sévère, avec un lit peu vascularisé, sur lequel la greffe de muqueuse aurait très probablement échoué sans préparation préalable.

Dans ce type de situation, il ne s'agit pas simplement de renoncer à la greffe, mais également d'**éviter une transection du corps spongieux** et une urétroplastie termino-terminale, dont les conséquences peuvent être délétères : **raccourcissement pénien**, **froideur du gland** par atteinte vasculaire distale, et sacrifice de tissus parfois déjà appauvris par de multiples interventions.

Le choix thérapeutique doit alors tenir compte du **profil global du patient**. Chez les patients multi-agressés, souvent porteurs de **cathéter sus-pubien depuis plusieurs mois**, l'enjeu n'est pas uniquement la restauration anatomique idéale, mais la recherche d'une solution fonctionnelle, durable et adaptée.

L'objectif est double : **débarrasser le patient de sa dérivation urinaire** tout en **limitant les séquelles anatomiques**, en préparant un lit opératoire plus favorable dans un second temps — condition essentielle pour garantir la réussite d'une plastie ultérieure dans de meilleures conditions.

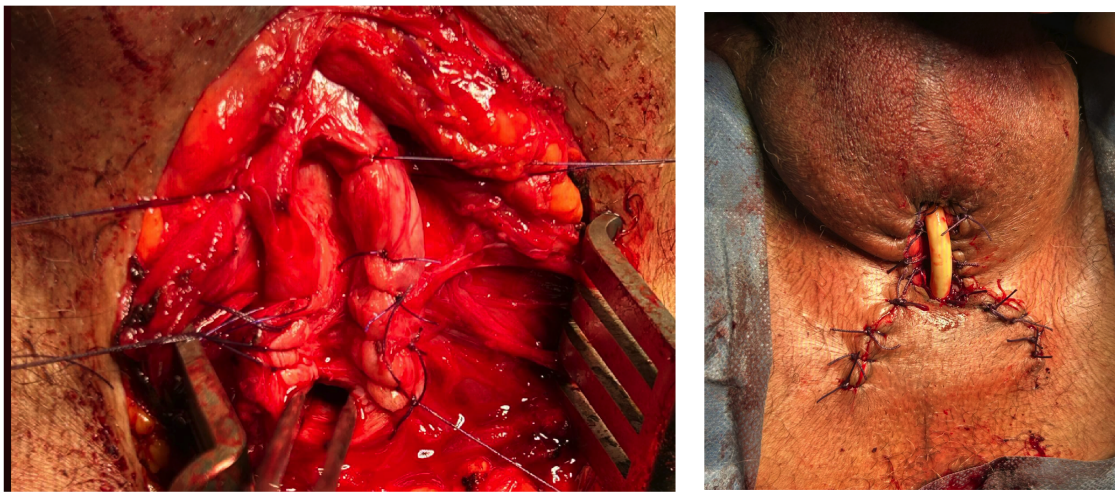


FIGURE 6.40 – Aspect peropératoire d'un lit spongieux fibreux et mal vascularisé et réalisation d'une urètrostomie périnéale.
Image issue du service d'Urologie de Constantine.

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 5 :

- **Approche chirurgicale selon Bracka**
  - Une **greffe de muqueuse buccale** a été réalisée dès le premier temps opératoire.
  - La figure 6.41A illustre une **mise à plat urétrale élargie**.
  - L'absence de réparation en un seul temps s'explique par :
    - la très mauvaise qualité du corps spongieux, ne permettant pas une greffe biface dorso-ventrale,
    - une lumière urétrale quasi inexistante.
  - Réalisation d'une mise à plat large avec mise en place d'un greffon de muqueuse buccale en position de inlay dorsal afin d'élargir la plaque urétrale.
  - À six mois (figure 6.41B), bonne prise du greffon et reprise mictionnelle satisfaisante, traduisant une amélioration fonctionnelle significative.

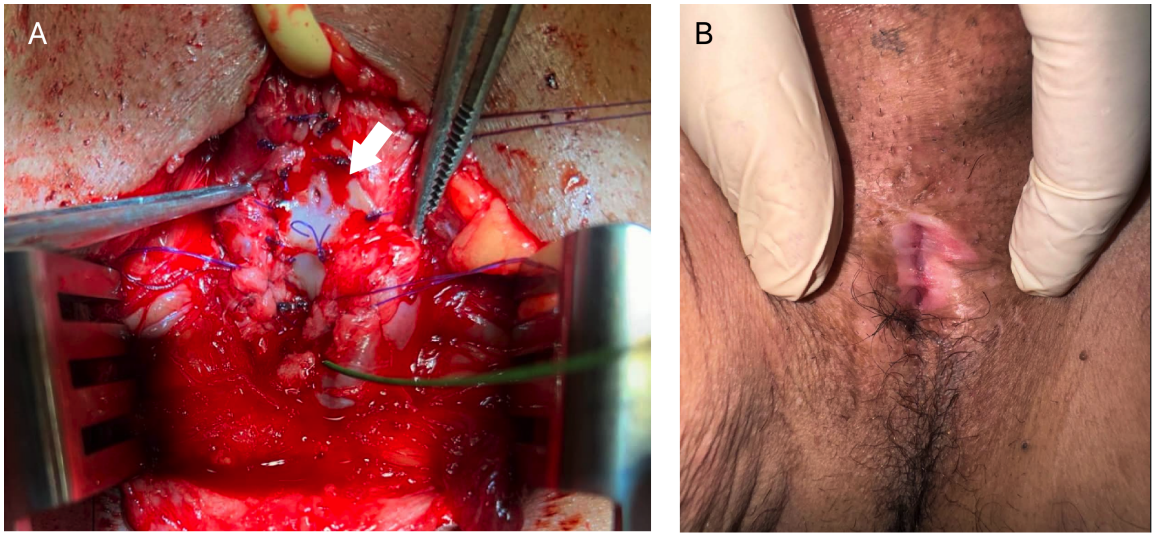


Figure 6.41 – Greffe de muqueuse buccale réalisée dès le premier temps opératoire selon le procédé de BRACKA : (A) Vue peropératoire au moment de la mise à plat avec greffe de muqueuse buccale (flèche blanche) en bulbaire selon Bracka. (B) Aspect 6 mois après, avec bonne prise du greffon et reprise mictionnelle satisfaisante.
Images issues du service d'Urologie de Constantine.

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 6

- Le plus souvent, une **approche en deux temps** a été privilégiée, la **greffe de muqueuse buccale étant réservée au second temps opératoire**, après assainissement et stabilisation du lit urétral (figure 6.42).

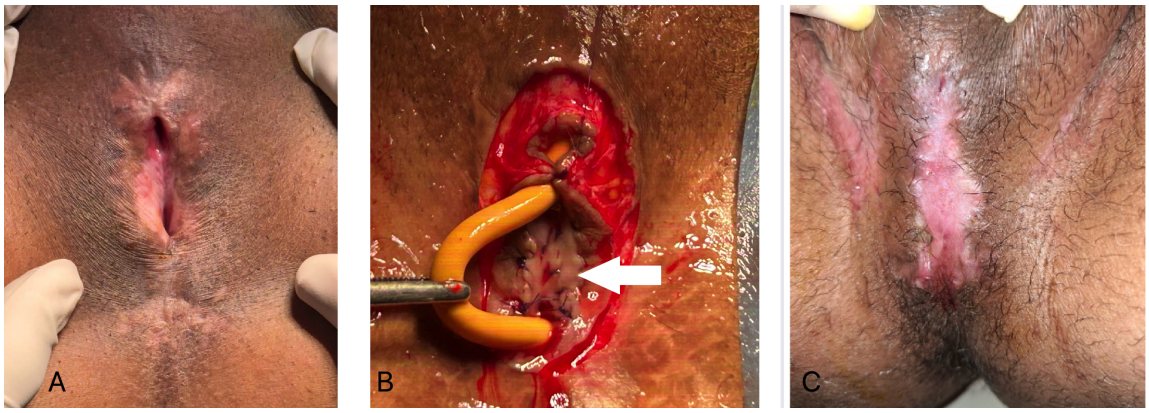


Figure 6.42 – Technique en deux temps avec greffe retardée selon le protocole Cirtéen : (A) Périnéostomie fonctionnelle après mise à plat, avec deux orifices cathétérisables. (B) Début de la tubulisation après greffe de muqueuse buccale (flèche blanche), utilisant également de la peau locale. (C) Aspect trois mois après la reconstruction, montrant une évolution favorable. **Images issues du service d'Urologie de Constantine.**

La **figure 6.43** montre, huit mois après la reconstruction, un **greffon de muqueuse buccale bien intégré et parfaitement vascularisé**. La **lumière urétrale apparaît libre, béante et homogène**, traduisant la stabilité du calibre et la souplesse du tissu reconstruit.

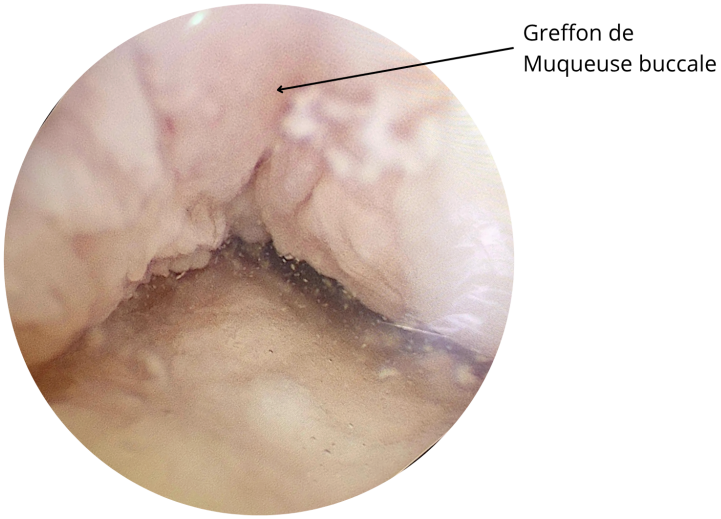


FIGURE 6.43 – **Vue endoscopique du greffon de muqueuse buccale, huit mois après urétroplastie.**
Image issue du service d'Urologie de Constantine.

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 7 [209] :

- **Contexte et mécanisme traumatique**
  - Patient âgé de 63 ans, victime d'une chute à califourchon d'une hauteur de deux mètres.
  - Mécanisme lésionnel par compression brutale de l'urètre bulbaire contre la branche inférieure du pubis (figure 6.44).
- **Présentation initiale et prise en charge urgente**
  - Survenue d'une **rétention aiguë d'urine** immédiatement après le traumatisme.
  - Mise en place en urgence d'une **cystostomie sus-pubienne** pour assurer la dérivation des urines.
- **Bilan diagnostique différé**
  - Prise en charge dans notre service six mois après l'événement traumatique.
  - Réalisation d'une UCRM objectivant une **interruption complète du produit de contraste** au niveau de l'urètre bulbaire.
  - Confirmation d'une **sténose bulbaire sévère et longue** (figure 6.45).
- **Stratégie chirurgicale**
  - Décision d'une **anastomose urétrale augmentée par greffon de muqueuse buccale**.
  - Objectifs :
    - obtenir une anastomose sans tension,
    - compenser la perte de substance urétrale après résection du tissu fibreux.
- **Principe technique**
  - Anastomose bout à bout du mur ventral.
  - Augmentation dorsale par greffon libre de muqueuse buccale (figure 6.47).
  - Illustration schématique de la technique hybride présentée à la figure 6.46.

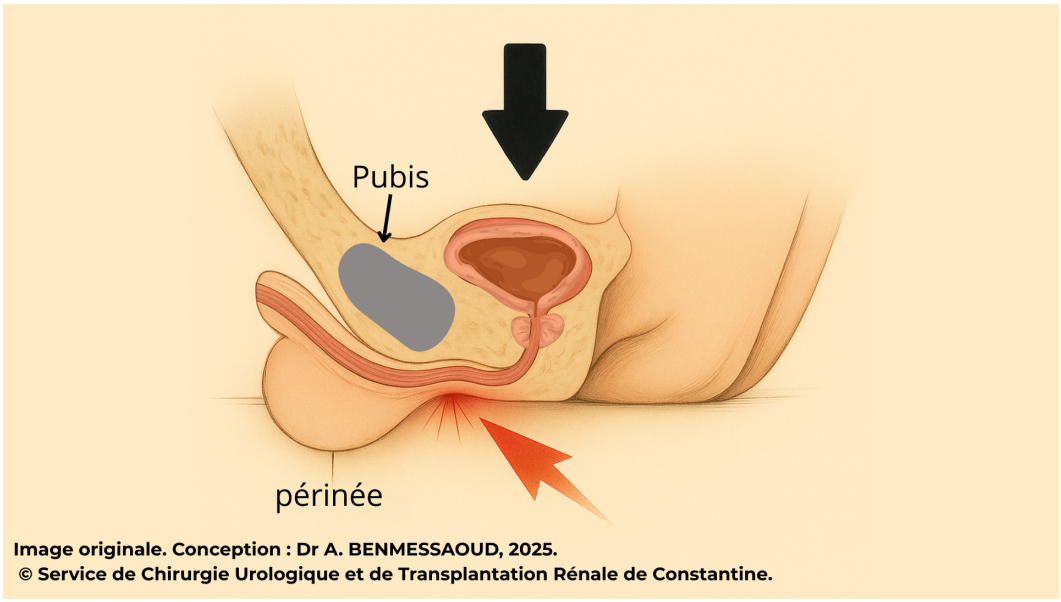


Figure 6.44 – Illustration schématique d'un traumatisme urétral par chute à califourchon. ***Illustration originale — Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.***

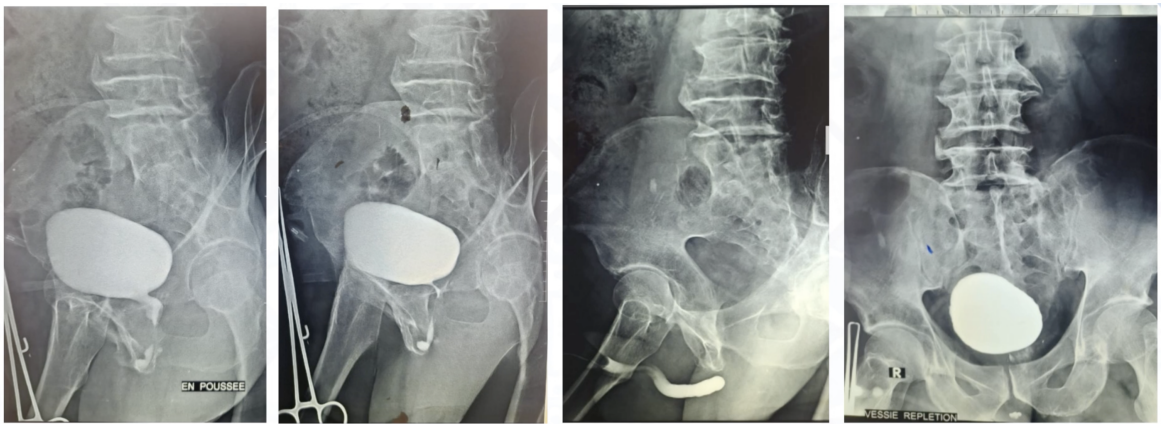


Figure 6.45 – L'UCRM montre une interruption complète du PC au niveau de l'urètre bulbo-membraneux. **Image issue du service d'Urologie de Constantine.**

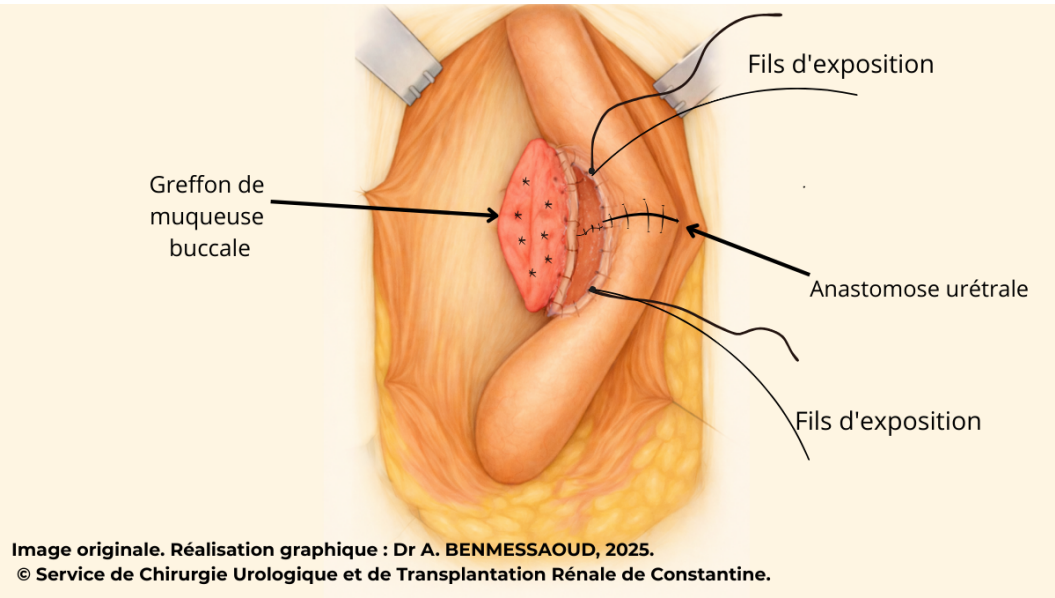


FIGURE 6.46 – Représentation schématique d'une anastomose urétrale augmentée par greffon de muqueuse buccale.
Image originale — propriété du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.

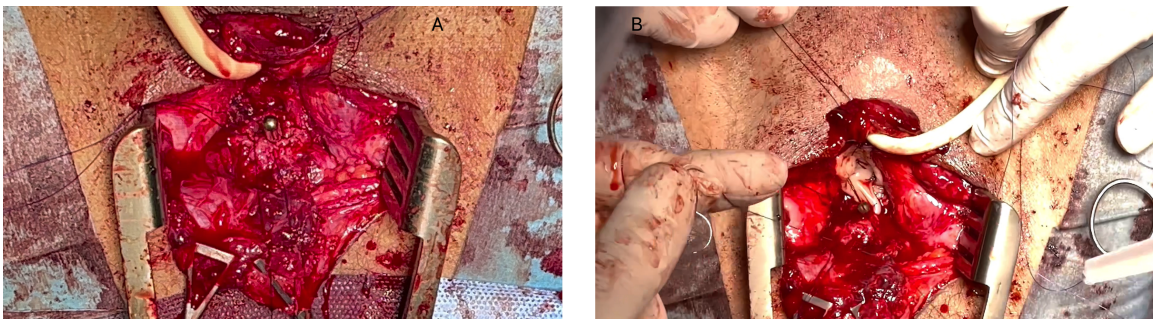


FIGURE 6.47 – (A) Mobilisation de l'urètre proximal du noyau central du périnée et excision du tissu fibreux. (B) Fixation du greffon sur la face dorsale et anastomoses.
Images issues d'un cas clinique pris en charge dans le service d'urologie de Constantine.

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 8 : Plastie d'agrandissement par lambeau pédiculé de vaginale testiculaire

- **Présentation du patient**
  - Patient âgé de 62 ans, consultant pour une **dysurie sévère persistante** altérant la qualité de vie.
  - Antécédents de **traumatisme périnéal direct** (coup de sabot équin) survenu cinq ans auparavant.
  - Multiples traitements endoscopiques antérieurs (dilatations et urétrotomies internes), sans amélioration durable.
  - Port d'un **cathéter sus-pubien** depuis 18 mois.

- **Évaluation préopératoire**
  - Examen clinique objectivant :
    - une **hydrocèle vaginale gauche**,
    - une **sténose sévère de l'urètre bulbaire**.
  - Bilan morphologique :
    - UCRM montrant une interruption complète du produit de contraste au niveau bulbaire (figure 6.48A),
    - urétroscopie confirme l'obstruction totale de la lumière urétrale (figure 6.48B).
  - Choix d'un **lambeau pédiculé de vaginale testiculaire** dans une logique de **chirurgie combinée** et de réduction de la morbidité.

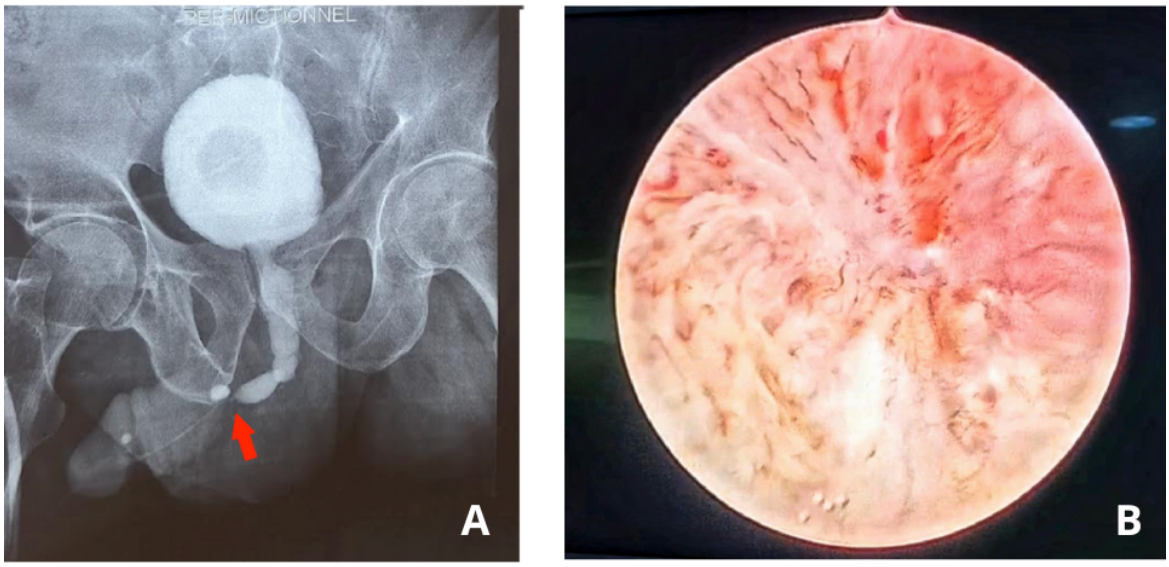


Figure 6.48 – Exploration Radiologique et Endoscopique pré-opératoire d'un cas complexe de sténose bulbaire : (A) UCRM montrant une interruption nette du passage du produit de contraste (flèche rouge) au niveau de l'urètre bulbaire. (B) Vue endoscopique montrant une lumière urétrale totalement obstruée.
Images issues du service d'Urologie de Constantine.

- **Principe chirurgical (figure 6.49— 6.52).**
  - Préparation d'un **lambeau pédiculé de vaginale testiculaire** après traitement concomitant de l'hydrocèle.
  - Utilisation de la face séreuse du lambeau comme surface intraluminale.
  - Reconstruction urétrale par **technique d'onlay dorsale**, avec fixation solide du lambeau afin d'assurer la stabilité du montage.

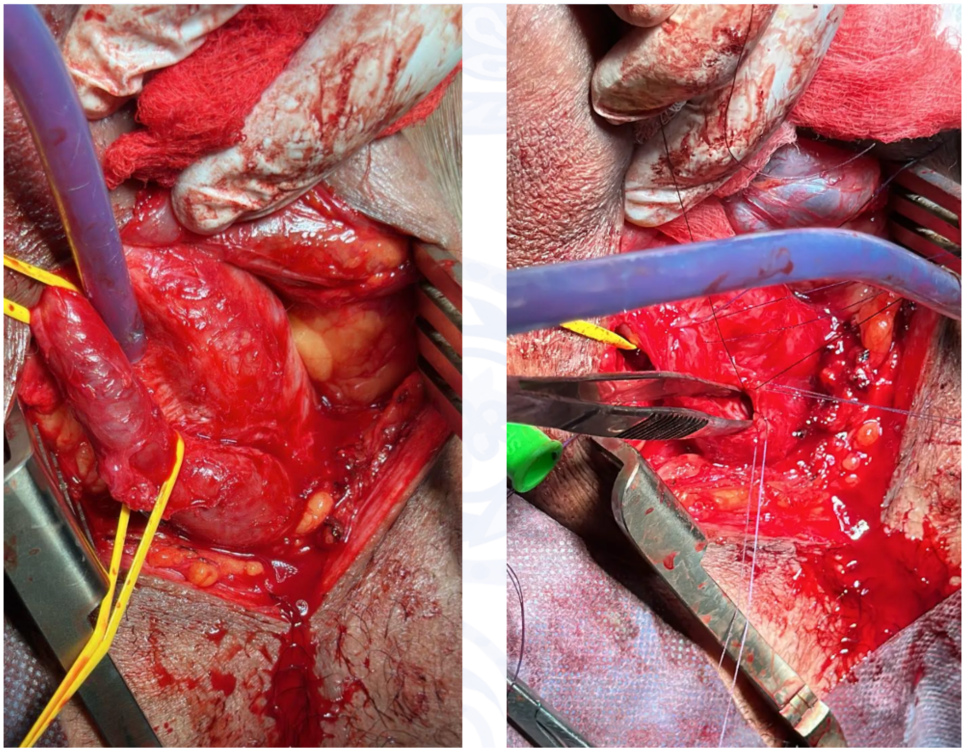


FIGURE 6.49 – Images per-opératoires montrant l'exposition de l'urètre bulbaire et la préparation du lit receveur. EHS DAKSI , Constantine

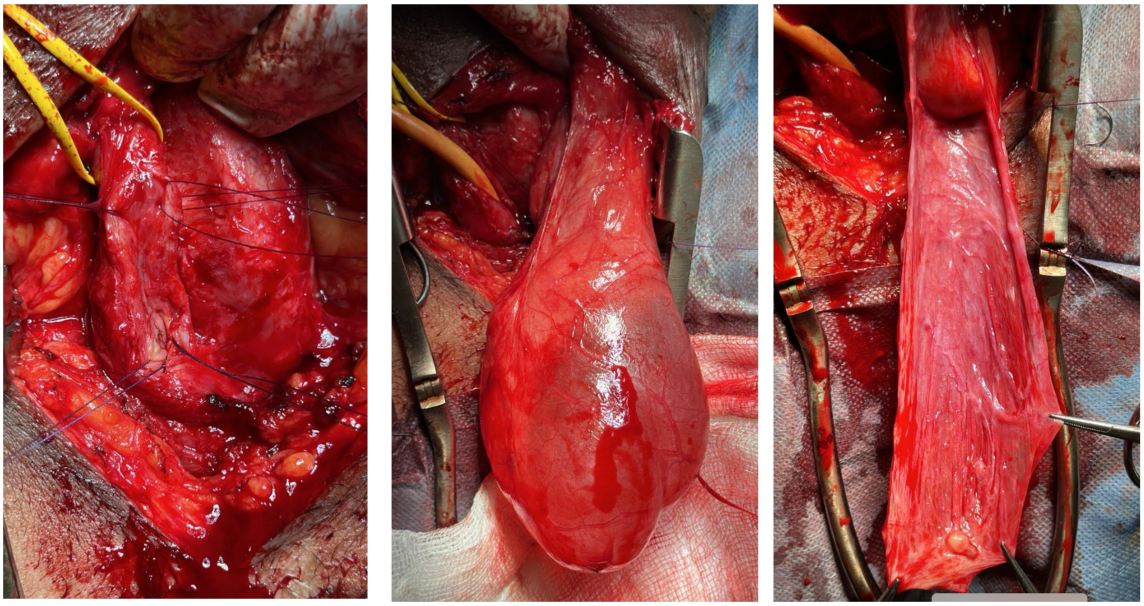


Figure 6.50 – Mobilisation et orientation du lambeau pédiculé de la vaginale testiculaire. EHS DAKSI, Constantine

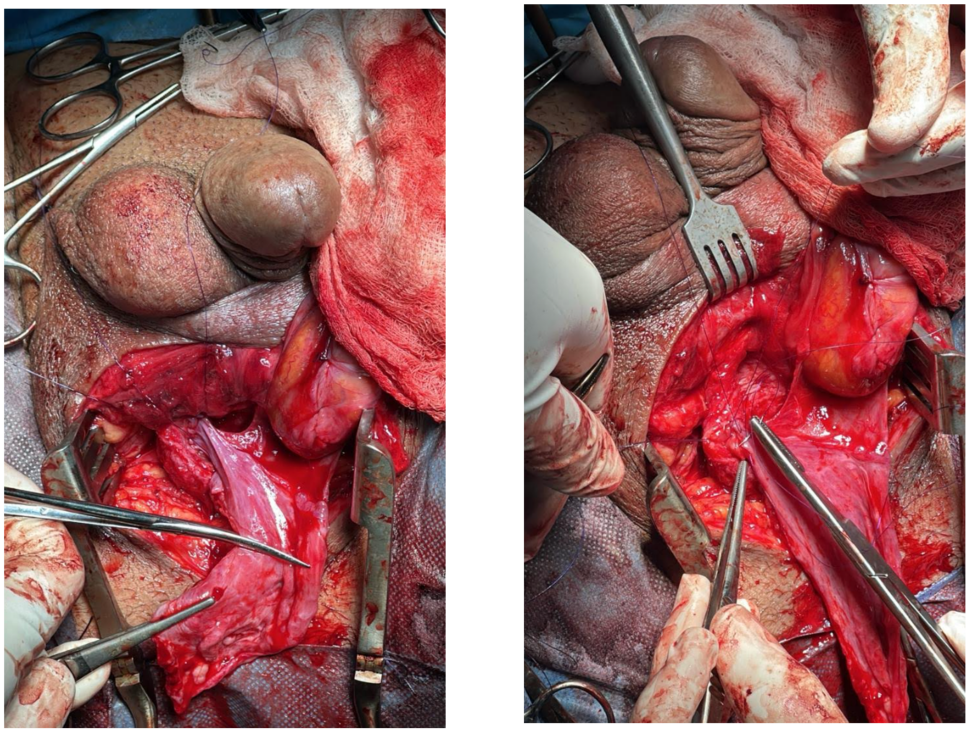


FIGURE 6.51 – Fixation et ancrage du lambeau. anastomose lambeau-muqueuse urétrale. EHS DAKSI , Constantine

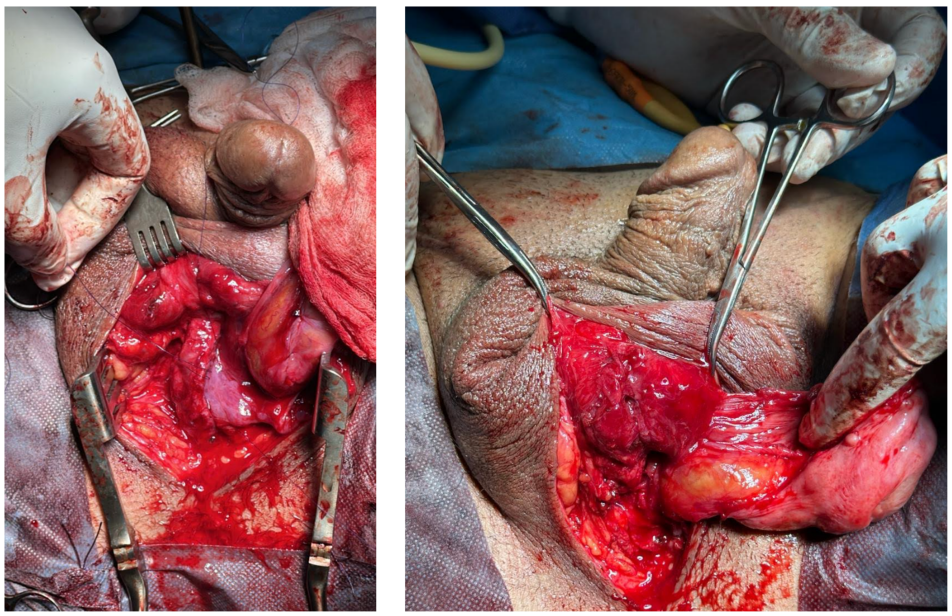


FIGURE 6.52 – Aspect peropératoire final après reconstruction urétrale par lambeau pédiculé. EHS DAKSI, Constantine

6.4.6.6 Comment faire un prélèvement de muqueuse buccale

Le prélèvement de muqueuse buccale est un geste technique qui demande **précision et minutie**, mais qui reste relativement **facile à apprendre et à maîtriser** par le chirurgien urologue. Dans notre service, cette technique est intégralement réalisée par les **urologues eux-mêmes**. Le prélèvement est généralement réalisé sur la **face interne de la joue** (**figure 6.53 —figures 6.56**).

- **Préparation et repérage du site donneur**
  - Désinfection de la cavité buccale et mise en place d'un champ stérile.
  - Estimation préalable des dimensions du greffon en fonction de la longueur et de la largeur de la sténose à reconstruire.
  - Mise en place de fils de repérage aux limites du prélèvement afin de délimiter précisément la zone opératoire.
  - Fixation d'un fil sur la langue afin d'assurer une exposition optimale de la face interne de la joue.
- **Hydro-dissection et incision**
  - Injection sous-muqueuse de sérum adrénaliné .
  - Incision, en débutant par le versant le plus profond.
  - Respect strict des repères anatomiques (trigone rétro-molaire, canal de Sténon, commissure labiale)
- **Prélèvement et préparation du greffon**
- **Fermeture du site donneur**
- **Prise en charge post-opératoire**
  - Gestion de la douleur buccale.
  - Antibioprophylaxie.
  - Hygiène bucco-dentaire rigoureuse.
  - Alimentation semi-liquide et tiède durant les premiers jours.
- **Évolution du site donneur** (figure 6.57 — 6.58)

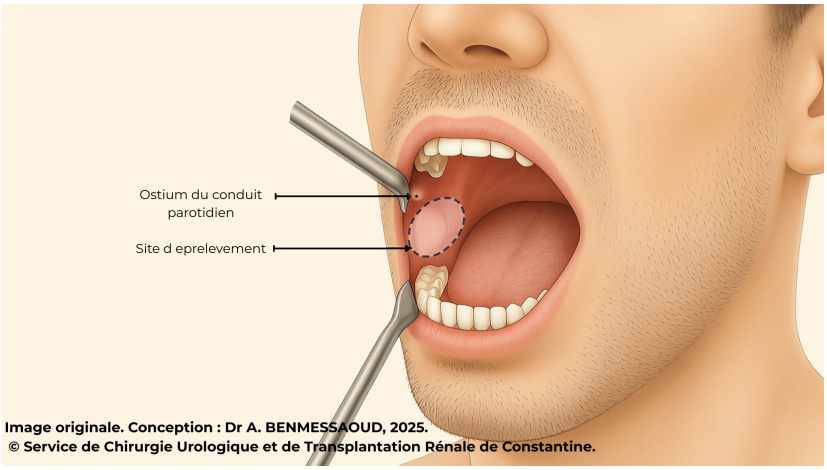


Figure 6.53 – Repères de sécurité lors du prélèvement buccal : repérage de l'ostium du canal de Sténon en regard de la deuxième molaire supérieure.
Image originale — propriété du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.

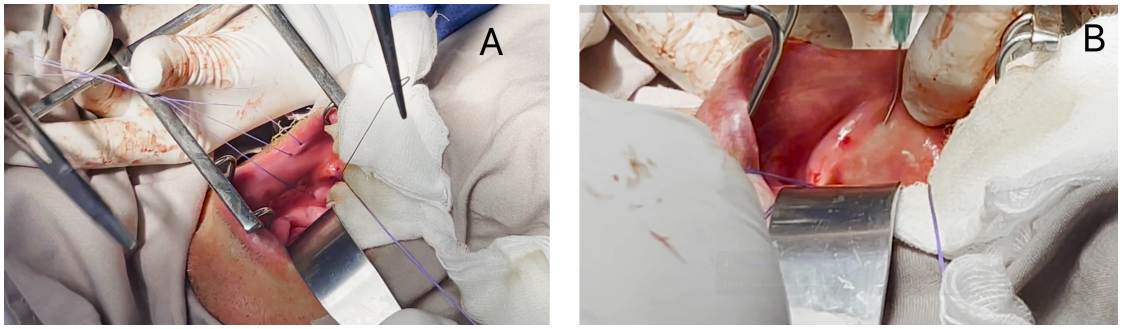


FIGURE 6.54 – Techniques de prélèvement de la muqueuse buccale : (A) Placement des fils aux limites du prélèvement pour stabiliser la zone opératoire. (B) Injection de sérum adrénaliné pour hydrodésection, limitant le saignement peropératoire. **Image issue du service d'Urologie de Constantine.**

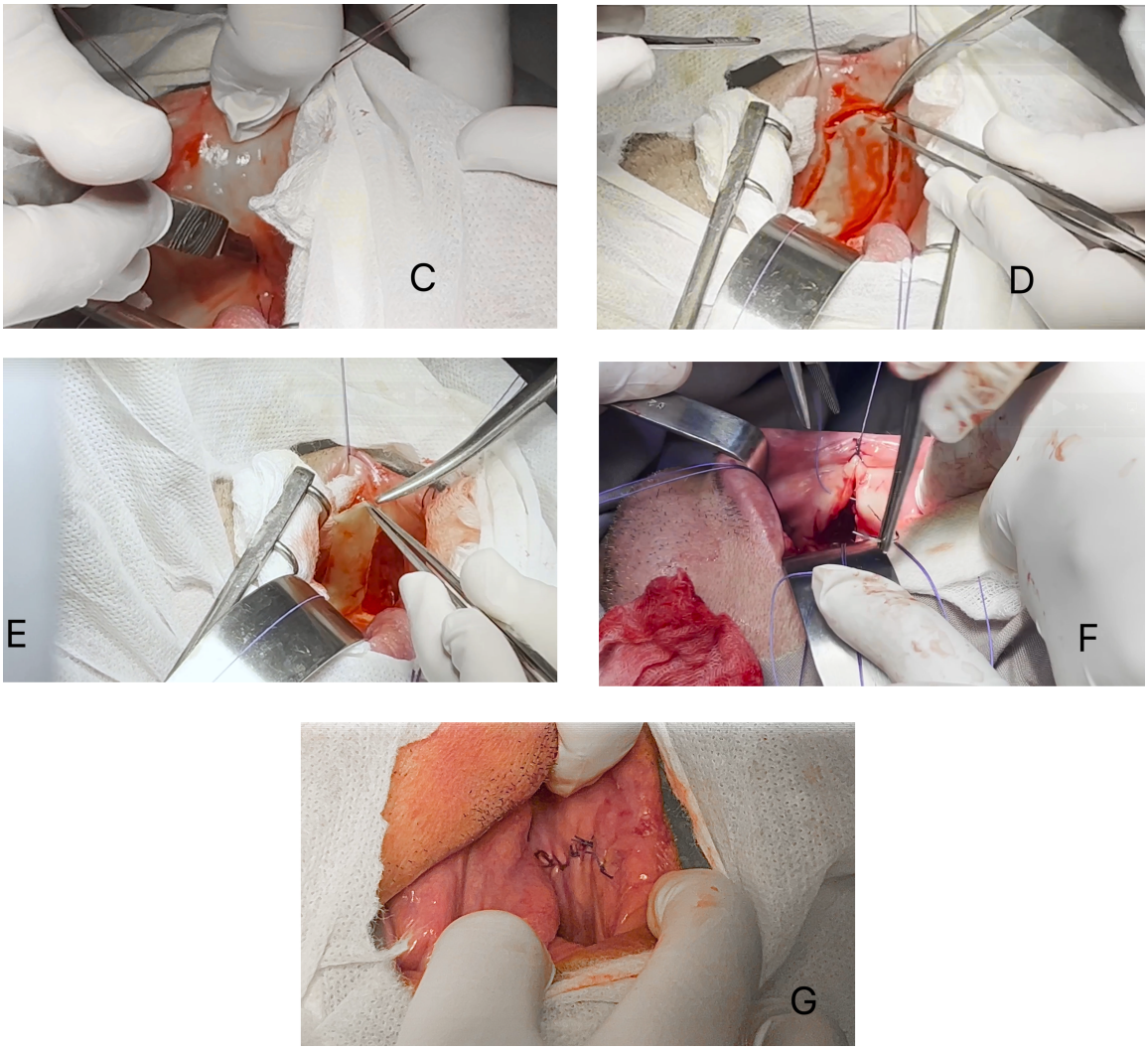


FIGURE 6.55 – (c) Incision. (d) Aspect final après incision (e) Mise en forme finale du greffon. (f) Fermeture du site de prélèvement. (g) Aspect final après fermeture. **Images issues du service d'Urologie de Constantine.**



Figure 6.56 – Préparation du greffon de muqueuse buccale après nettoyage des tissus musculaires et graisseux adhérents. **Image issue du service d'Urologie de Constantine.**

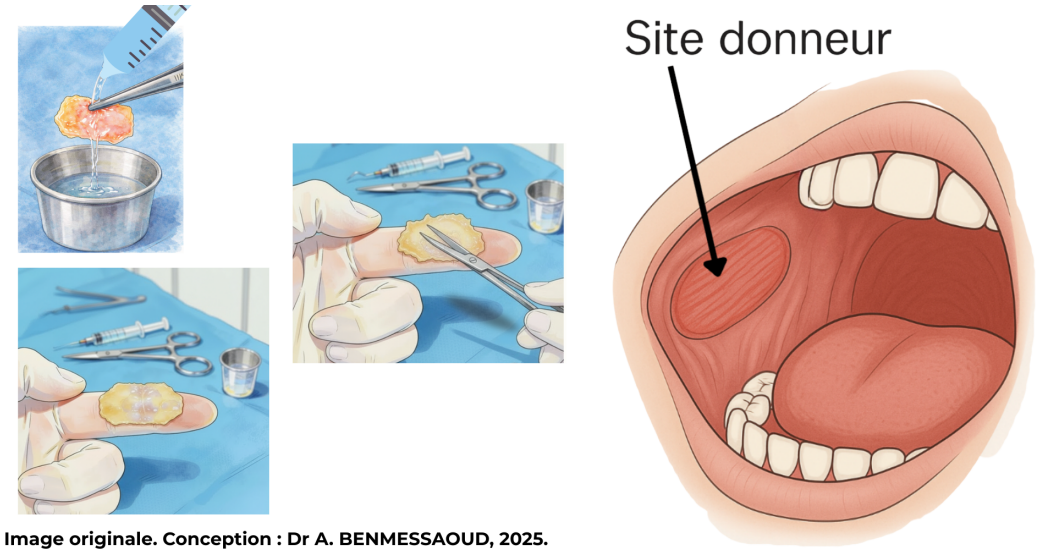


Image originale. Conception : Dr A. BENMESSAOUD, 2025.
© Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.

Figure 6.57 – Illustration schématique du site donneur de muqueuse buccale, localisé sur la face interne de la joue, ainsi que des principales étapes de préparation du greffon après prélèvement. ***Illustration réalisée spécifiquement pour ce travail, propriété du service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.***

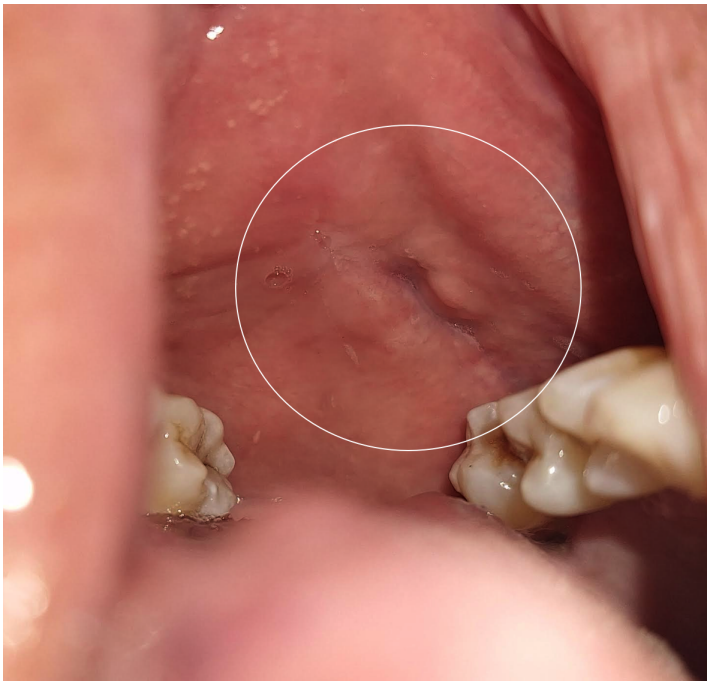


FIGURE 6.58 – Aspect final du site donneur de muqueuse buccale trois mois après prélèvement, montrant une bonne cicatrisation sans rétraction excessive. **Image issue du service d'Urologie de Constantine.**

6.4.6.7 Consignes de sortie et suivi post-opératoire

La prise en charge post-opératoire après une urétroplastie dépend du site de la sténose et de la technique utilisée. Toutefois, certaines recommandations sont communes à l'ensemble des patients.

Hydratation adéquate : Une hydratation est essentielle pour prévenir les complications liées au port prolongé des sondes urinaires. La consommation d'au moins 1,5 à 2 litres d'eau par jour est recommandée.

Activité physique : Les activités physiques doivent être reprises progressivement et de manière adaptée. Il est conseillé d'éviter les mouvements brusques, les flexions prolongées des membres inférieurs. Les patients opérés d'une sténose bulbo-membraneuse doivent éviter la position assise prolongée afin de limiter la pression périnéale.

Soins et surveillance locale : L'hygiène du site opératoire doit être rigoureuse, avec un lavage doux et un séchage soigneux. L'utilisation de solutions antiseptiques pour la désinfection quotidienne est recommandée.

Suivi urologique et andrologique : La surveillance fonctionnelle urinaire et urodynamique est essentielle après toute urétroplastie. Une débitmétrie urinaire est réalisée à trois mois post-opératoire pour évaluer le flux urinaire. Un contrôle radiologique par urétrocystographie rétrograde et mictionnelle (UCRM) est effectué en cas de suspicion de récidive ou de rétrécissement. L'échographie rénale et vésicale permet de vérifier l'absence de RPM.

Rééducation érectile et prise en charge fonctionnelle : La prise en charge de la fonction érectile représente un enjeu majeur. Un traitement par inhibiteurs de la phosphodiestérase de type 5 (IPDE5) à faible dose quotidienne est souvent proposé pour nos malades afin de favoriser l'oxygénation des corps caverneux et prévenir la fibrose.

Prise en charge psychologique : Les conséquences psychologiques d'une chirurgie de l'urètre ne doivent pas être sous-estimées. Le traumatisme chirurgical, ainsi que les éventuelles répercussions sur la fonction sexuelle, peuvent générer du stress ou de l'anxiété.

Une sensibilisation du patient (et de sa partenaire) sur l'évolution naturelle de la récupération érectile après une chirurgie urétrale est également importante.

6.5 Complications

Deux cas cliniques particulièrement marquants ont mis en évidence l'impact délétère des infections urinaires post-opératoires sur les résultats. Ces expériences ont conduit à une adaptation de notre stratégie opératoire, dans le cadre du **protocole Cirtéen** la **greffe de muqueuse buccale** est souvent **différée à un second temps**, notamment chez les patients à *haut risque infectieux*, afin de sécuriser la prise du greffon et améliorer les résultats fonctionnels.

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 1 : Un patient jeune présentait une sténose complète, longue, exprimait une attente forte en termes de préservation de la longueur de verge et de la fonction érectile. Ces éléments ont guidé notre stratégie thérapeutique vers un traitement en deux temps, sans transsection ni anastomose termino-terminale, dans l'esprit des techniques de *Bracka*.

Le premier temps a consisté en une mise à plat urétrale avec résection complète des tissus scléreux, suivie d'une greffe de muqueuse buccale en inlay dorsal. Le patient a quitté le service à J5, avec un greffon déjà partiellement recoloré, des berges bien adhérentes et des consignes strictes de changement de pansements (figure 6.59).

À **J9**, l'aspect local suggérait une **suspicion d'un début d'abdédation** (figure 6.60), ce qui a motivé une réhospitalisation en urgence. Lors de son réévaluation, l'aspect local suggérait un début de désunion infectée du greffon (figure 6.61), avec une zone d'abdédation évolutive. L'évolution fut défavorable, aboutissant à une nécrose quasi complète du greffon à J13, puis à une destruction complète de la plaque à J17 (figure 6.62).

Après 5 mois d'évolution cicatricielle libre. Une nouvelle plastie a été réalisée , précédée d'une reprise de la périnéostomie. Les figures 6.59 à 6.63 illustrent les différentes étapes de cette évolution défavorable.

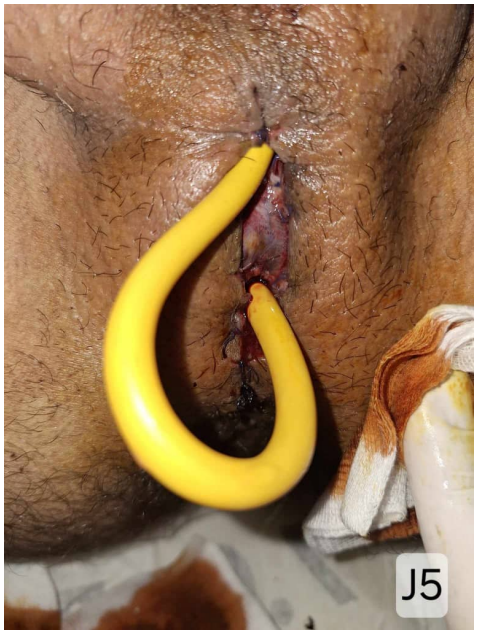


FIGURE 6.59 – Aspect du greffon de muqueuse buccale à J5. Recoloration partielle avec adhésion satisfaisante des berges. EHS DAKSI, Constantine



FIGURE 6.60 – Suspicion d'abdédation à J9. Apparition de zones douteuses en regard du greffon, justifiant une réhospitalisation. EHS DAKSI, Constantine



Figure 6.61 – Aspect du site greffé à J13 montrant un début d'abdédation avec désunion centrale. EHS DAKSI, Constantine

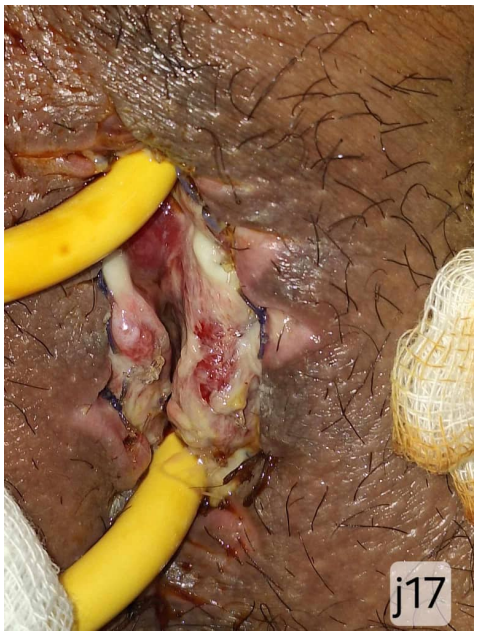


Figure 6.62 – Évolution à J17 : assèchement complet du site greffé, sans tissu viable résiduel. EHS DAKSI, Constantine



FIGURE 6.63 – Aspect après 5 mois. Nécessité de reconstitution d'un nouveau lit périnéal et une nouvelle plastie sur peau non poilue. EHS DAKSI, Constantine

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 2 : Un patient a développé une **fistule urinaire pénienne**, apparue à J18 post-opératoire sous la forme d'un écoulement urinaire à travers la peau, traduisant une perte de continuité du néo-urètre. Le diagnostic a été établi cliniquement et une réintervention a été programmée pour fermeture directe de la fistule (la figure 6.64).



FIGURE 6.64 – Aspect peropératoire d'une **fistule urétrale pénienne** survenue dans les suites d'une urétroplastie. *Image issue du service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.*

• **La récidive** La récidive demeure la complication la plus redoutée en chirurgie reconstructrice de l'urètre.

Il convient de rappeler qu'en chirurgie reconstructrice, il est illusoire d'espérer recréer un canal urétral parfaitement cylindrique. Des **irrégularités locales**, des **angles résiduels** ou de **fins ponts fibreux** peuvent persister, sans pour autant compromettre la perméabilité ni altérer la qualité mictionnelle.

Ces altérations morphologiques, fréquentes après reconstruction, sont souvent difficiles à **interpréter correctement sur les vues endoscopiques**, le canal reconstruit ne suivant plus exactement l'anatomie tubulaire native. Pour illustrer cette complexité, nous avons réalisé une **illustration schématique (figure 6.65)**, représentant les aspects les plus fréquemment rencontrés lors des contrôles endoscopiques **(figure 6.66— 6.6)**.

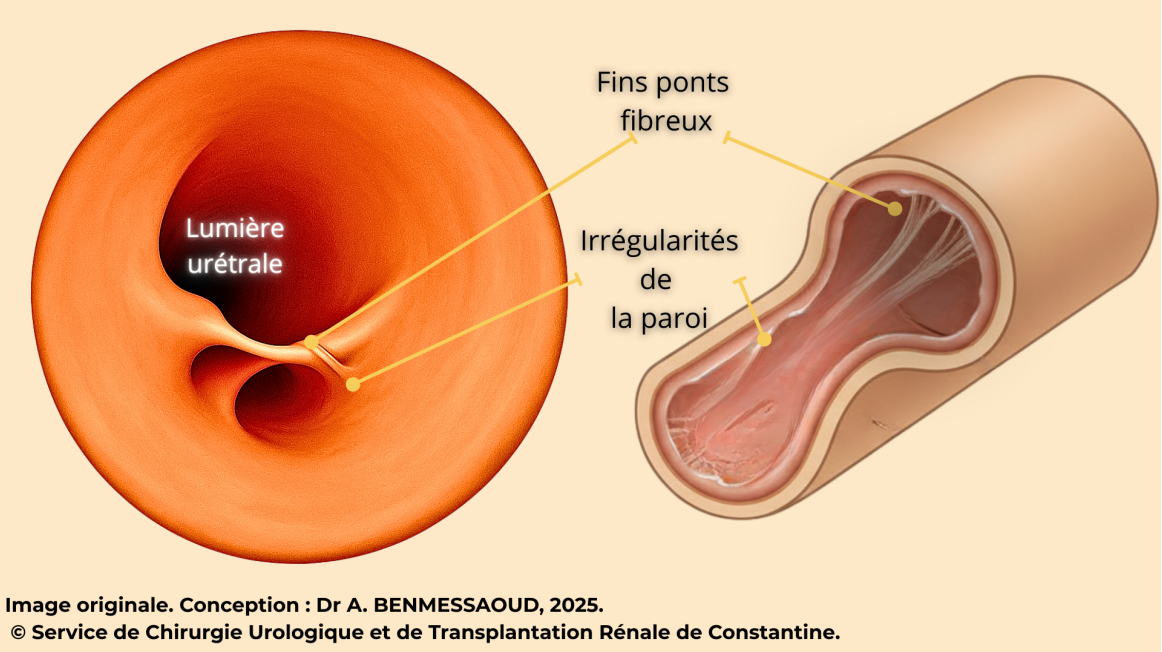


Image originale. Conception : Dr A. BENMESSAOUD, 2025.
© Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.

Figure 6.65 – **Illustrations schématiques montrant l'aspect interne de la lumière urétrale après urétroplastie.**
Gauche : vue endoscopique schématique montrant des *irrégularités pariétales* et de *fins ponts fibreux*.
Droite : coupe anatomique du canal reconstruit illustrant la persistance de courbures et reliefs.
Image originale — propriété du Service de Chirurgie Urologique et de Transplantation Rénale de Constantine.

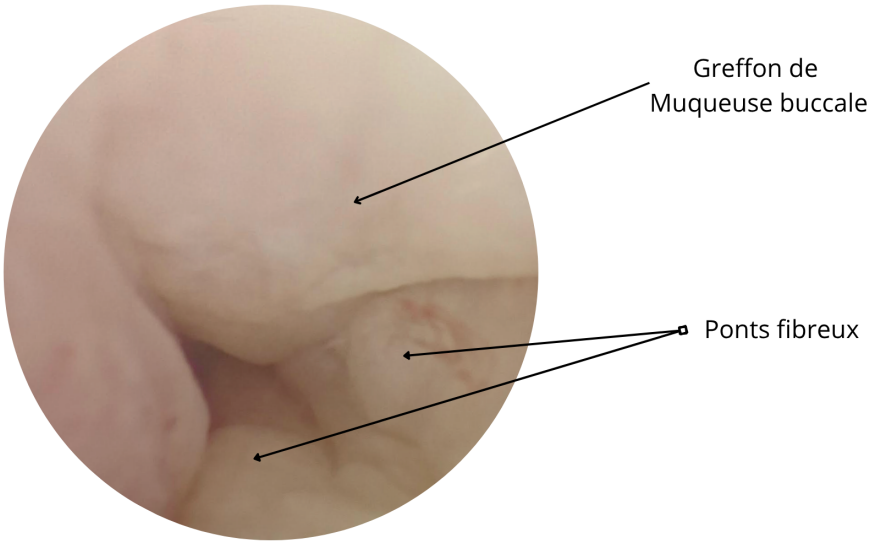


FIGURE 6.66 – **Vue endoscopique des ponts fibreux post-reconstruction.** EHS DAKSI , Constnaitne

CAS CLINIQUE ILLUSTRATIF N° 3 : Un cas d'**échec complet**, à la fois anatomique et fonctionnel, correspondant au **seul patient de notre série** n'ayant pas pu être sevré de son cathéter sus-pubien est illustré dans la figure (**figure 6.67**).

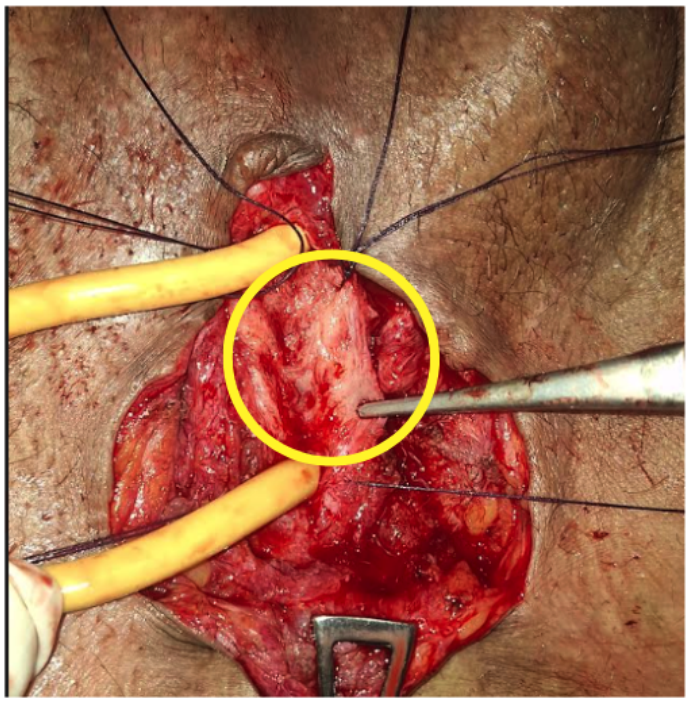


Figure 6.67 – Cas d'échec complet (anatomique et fonctionnel) : patient resté dépendant du cathéter sus-pubien malgré une **prise correcte du greffon** (Cercle), mais sans rétablissement d'une lumière fonctionnelle.
Image originale — Service d'Urologie et de Transplantation Rénale, Constantine.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette thèse s'inscrit dans une problématique clinique majeure et insuffisamment documentée : la prise en charge des **sténoses urétrales complexes en situation d'impasse thérapeutique**, dans un contexte marqué par des retards diagnostiques, des parcours de soins fragmentés et des ressources limitées.

L'apport original principal de ce travail réside dans la formalisation d'une stratégie décisionnelle structurée — le **protocole CIRTÉEN** — spécifiquement adaptée à des patients multi-opérés, porteurs de lésions sévères, souvent infranchissables, et longtemps exclus des grandes séries internationales. Ce protocole propose une **organisation raisonnée de la décision chirurgicale**, fondée sur l'évaluation conjointe de la morphologie lésionnelle, de la qualité tissulaire et des attentes fonctionnelles du patient.

Sur le plan clinique, ce travail démontre que **l'urétroplastie**, en particulier lorsqu'elle fait appel à la **muqueuse buccale**, reste **réalisable et efficace** même dans des situations extrêmes, avec des résultats anatomiques, fonctionnels et subjectifs **comparables à ceux rapportés dans la littérature internationale**, malgré un terrain nettement plus défavorable. Il confirme également que la réussite ne repose pas sur une restauration anatomique maximale à tout prix, mais sur l'obtention d'une **fonction mictionnelle utile, stable et acceptée**.

Un second apport majeur concerne l'évaluation des résultats. L'introduction du **CURES-score**, bien qu'il ne s'agisse pas d'un outil validé au sens méthodologique strict, répond à une nécessité contextuelle réelle : **donner une place structurée au ressenti du patient** dans une population pour laquelle les questionnaires standardisés sont difficilement applicables.

Les enseignements pratiques issus de cette étude sont clairs : **intervenir plus précocement**, **adapter la technique à la réalité tissulaire**, **accepter des objectifs fonctionnels réalistes**, et **intégrer systématiquement la voix du patient** dans l'évaluation des résultats. Dans ce cadre, le protocole CIRTÉEN apparaît comme un **outil opérationnel** pour guider la prise en charge des sténoses urétrales complexes dans des environnements comparables.

Les perspectives de recherche ouvertes par ce travail sont multiples : la validation multicentrique du protocole CIRTÉEN, l'extension du suivi pour mieux appréhender les récidives tardives, ainsi que l'évolution du **CURES-score** vers un outil simplifié, potentiellement validable à plus grande échelle.

En conclusion, cette thèse montre qu'une approche reconstructrice structurée, pragmatique et centrée sur le patient permet de **sortir durablement des patients d'une impasse thérapeutique**. Elle plaide pour une chirurgie urétrale qui ne soit ni dogmatique ni maximaliste, mais **raisonnée, personnalisée et cliniquement utile**.

ICONOGRAPHIE



Figure 6.1 – A. Table opératoire pour le temps périnéal. B. Table opératoire pour le temps buccal. EHS DAKSI - CONSTANTINE



Figure 6.2 – Cystoscope souple (A). Exploration cystoscopique d'un patient présentant une sténose urétrale complète. EHS DAKSI - CONSTANTINE

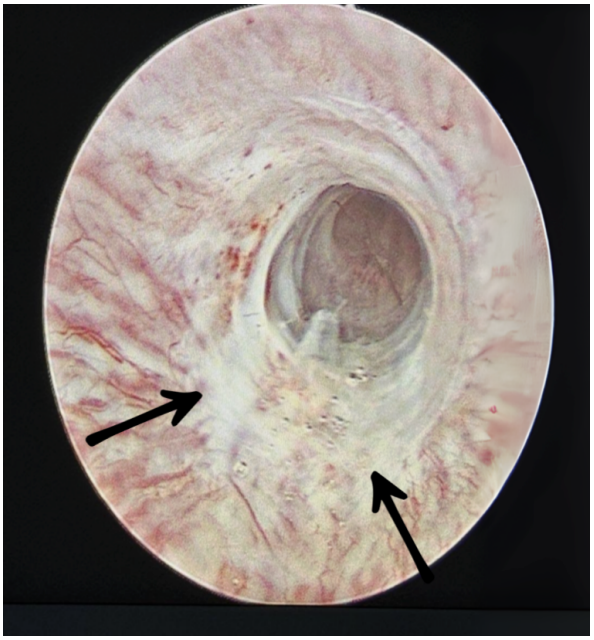


FIGURE 6.3 – Vue endoscopique sans sténose franche, montrant une muqueuse blanchâtre, chez un patient suspect de rétrécissement urétral à l'UCRM. EHS DAKSI - CONSTANTINE

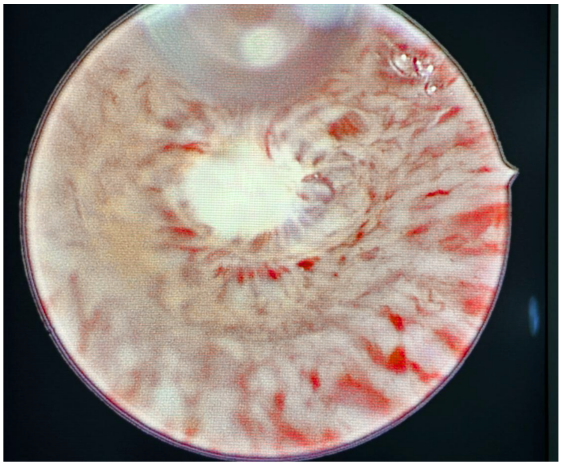


FIGURE 6.4 – **Vue endoscopique d'une obstruction complète de la lumière urétrale.** EHS DAKSI CONSTANTINE

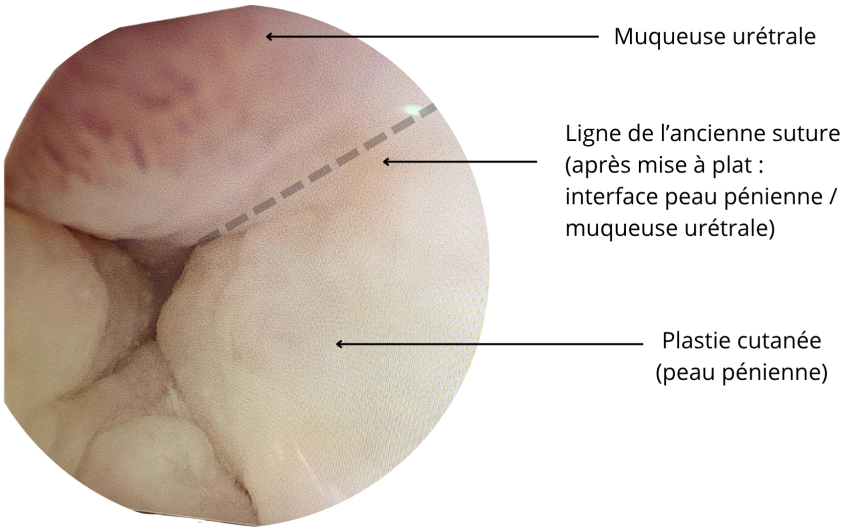


FIGURE 6.5 – Vue endoscopique après mise à plat et plastie cutanée pénienne, montrant une bonne intégration tissulaire et une lumière urétrale libre. EHS DAKSI - CONSTANTINE

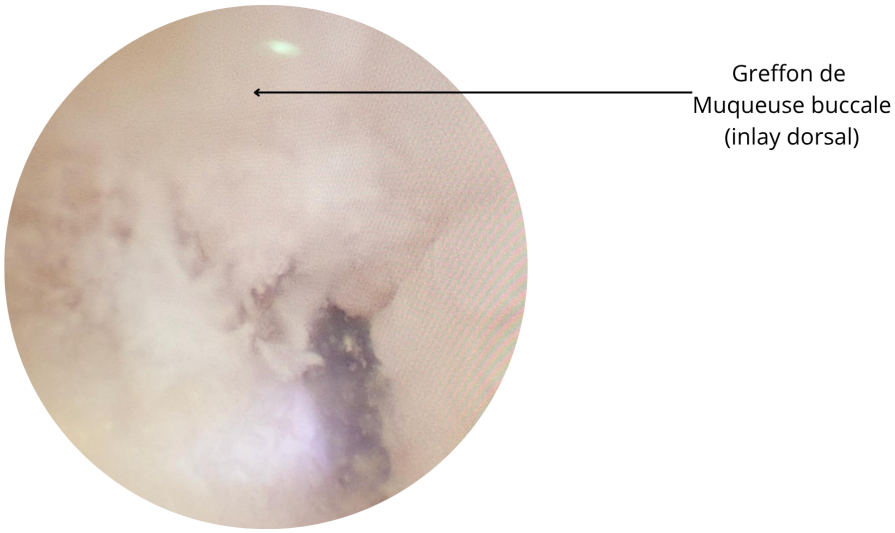


FIGURE 6.6 – **Aspect endoscopique du greffon de muqueuse buccale (inlay dorsal).** L'image montre un greffon bien intégré sur la face dorsale de l'urètre reconstruit. EHS DAKSI - CONSTANTINE

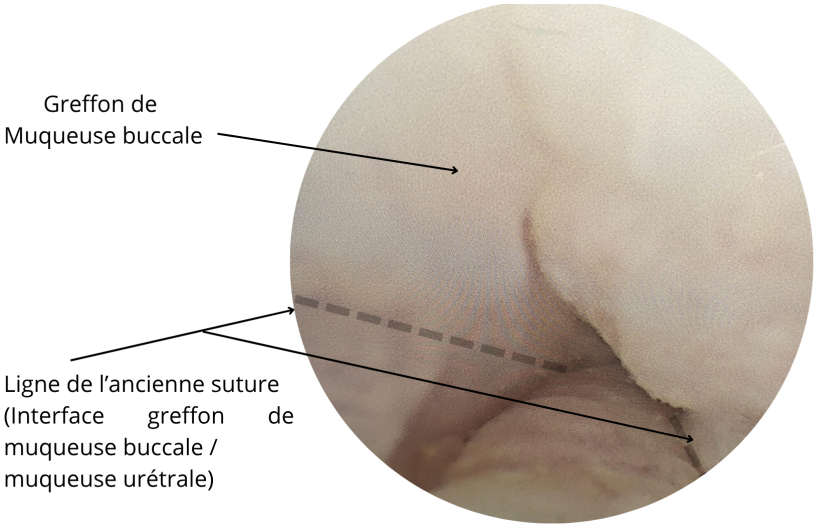


FIGURE 6.7 – Aspect endoscopique de l'interface greffon de muqueuse buccale–muqueuse urétrale, montrant une intégration tissulaire harmonieuse. EHS DAKSI - CONSTANTINE



FIGURE 6.8 – Évolution défavorable après mise à plat chez un patient non adhérent aux soins post-opératoires. EHS DAKSI - CONSTANTINE

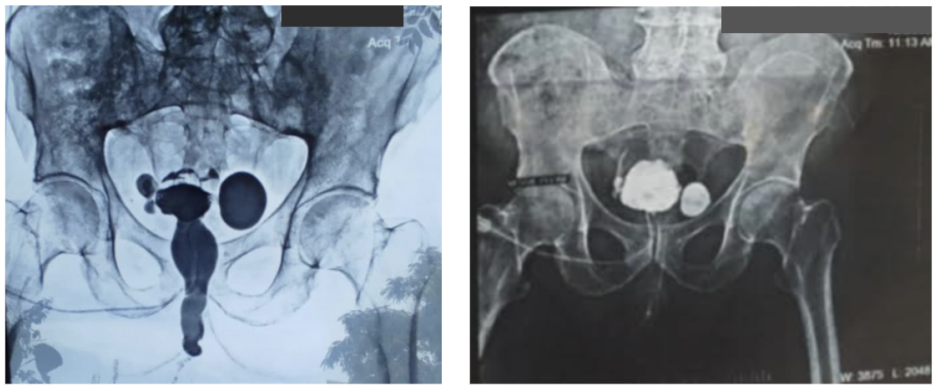
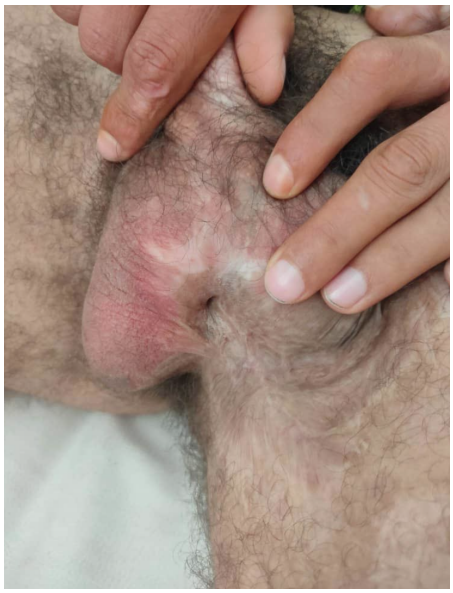
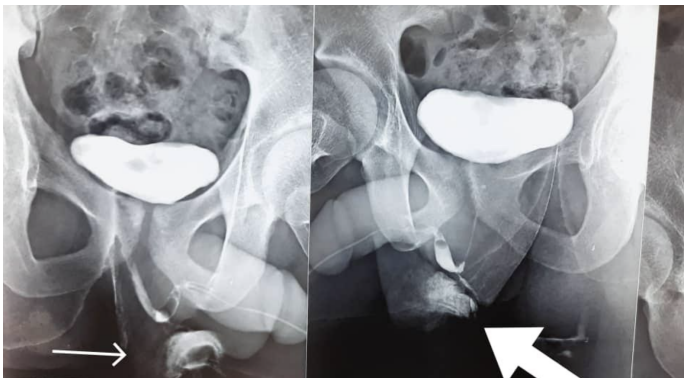


FIGURE 6.9 – UCRM illustrant une dilatation de l'urètre bulbaire, vessie détruite en amont d'une sténose serrée. EHS DAKSI - CONSTANTINE

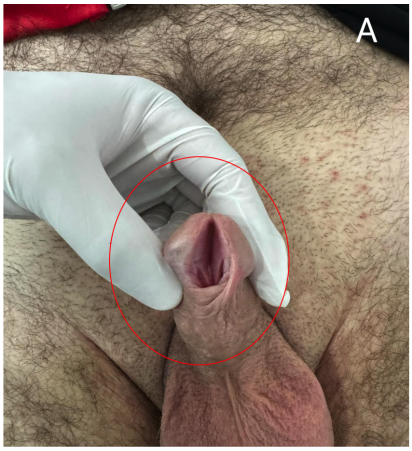


(a) Fistule urétro-cutanée survenant après un traumatisme électrique sévère, avec suppuration chronique et perte de substance urétrale.

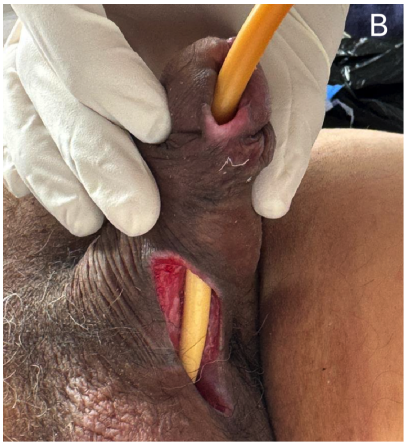


(b) Urétrographie rétrograde et mictionnelle (UCRM) montrant une extravasation du produit de contraste au niveau de la fistule urétro-cutanée, confirmant une brèche urétrale persistante.

FIGURE 6.10 – Fistule urétro-cutanée post-traumatique (A) avec perte de substance urétrale, et (B) UCRM objectivant une extravasation du produit de contraste. EHS DAKSI CONSTANTINE

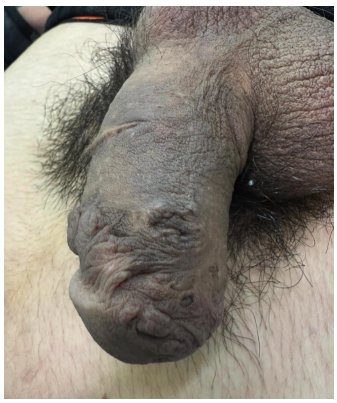


(a) Patient A : homme de 35 ans, victime d'un AVC, porteur chronique d'une sonde vésicale ayant induit une nécrose partielle de la fossette naviculaire.



(b) Patient B : homme âgé paraplégique, porteur chronique d'une sonde vésicale depuis plusieurs années, présentant une perte de substance majeure de l'urètre pénien.

FIGURE 6.11 – Impact du port chronique de la sonde vésicale. EHS DAKSI CONSTANTINE.



(a) Vue clinique montrant l'orifice fistuleux et les tissus cicatriciels après la plastie.



(b) Exploration peropératoire par injection de sérum physiologique coloré à la Bétadine, permettant d'objectiver la communication fistuleuse et d'optimiser la planification chirurgicale.

FIGURE 6.12 – Fistule urétro-cutanée compliquant l'échec de la prise en charge chirurgicale d'un hypospadias antérieur. EHS DAKSI CONSTANTINE.

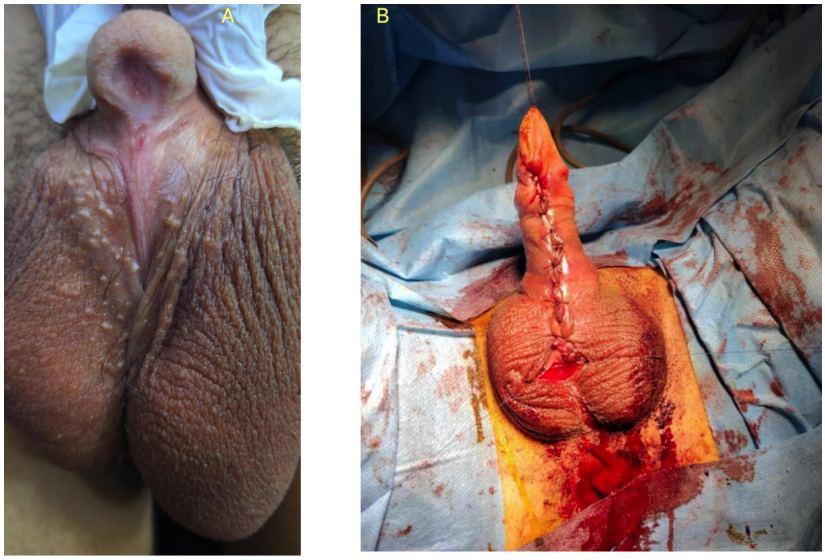


FIGURE 6.13 – Hypospadias postérieur . **(A)** Aspect initial d'un hypospadias postérieur avec méat en position périnéale. **(B)** Premier temps opératoire : redressement de la verge avant l'avancement progressif du méat par plasties cutanées et greffe de muqueuse buccale. EHS DAKSI - CONSTANTINE

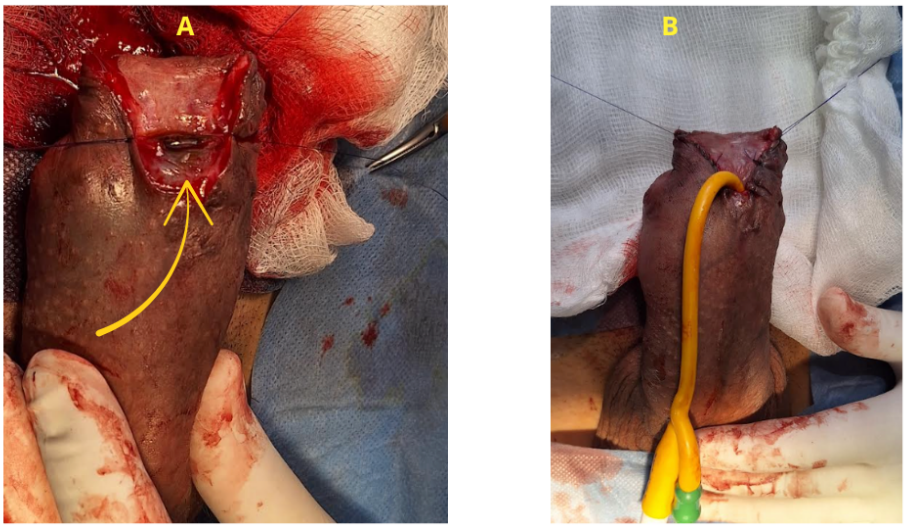


FIGURE 6.14 – Hypospadias opéré à l'enfance compliqué de **multiples fistules urétrales** avec cul-de-sac rempli d'urine (flèche jaune). EHS DAKSI - CONSTANTINE

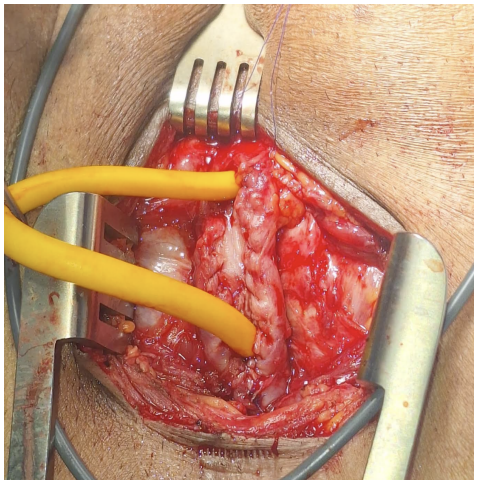


FIGURE 6.15 – Premier temps d'une urétroplastie en deux temps selon Johanson pour une sténose bulbaire à lumière oblitérée chez un patient porteur chronique d'un cathéter sus-pubien. EHS DAKSI - CONSTANTINE

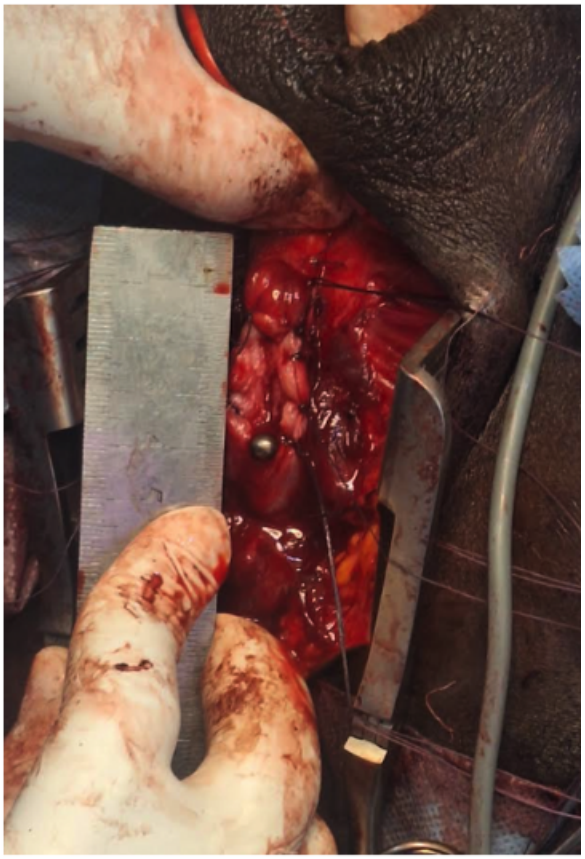


FIGURE 6.16 – Patient présentant une **spongiofibrose sévère** avec **lumière urétrale oblitérée**. Prise en charge par **mise à plat** (périnéostomie), en vue d'une reconstruction secondaire lorsque l'état tissulaire le permettra. EHS DAKSI - CONSTANTINE

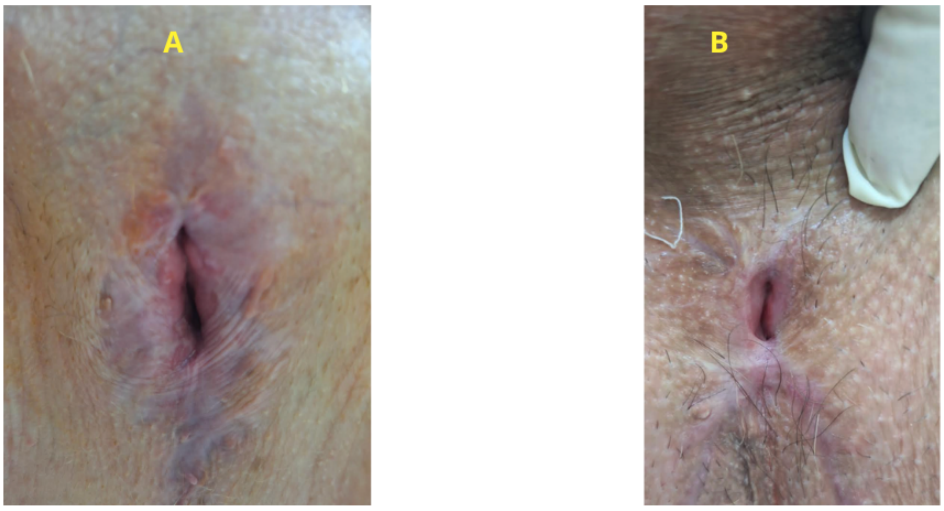


FIGURE 6.17 – Contrôle de Périnéostomie à **3 mois** chez **deux patients** après *mise à plat.* . EHS DAKSI - CONSTANTINE



FIGURE 6.18 – Patient au **antécédent de plastie urétrale par lambeau cutané scrotal échouée** . EHS DAKSI - CONSTANTINE

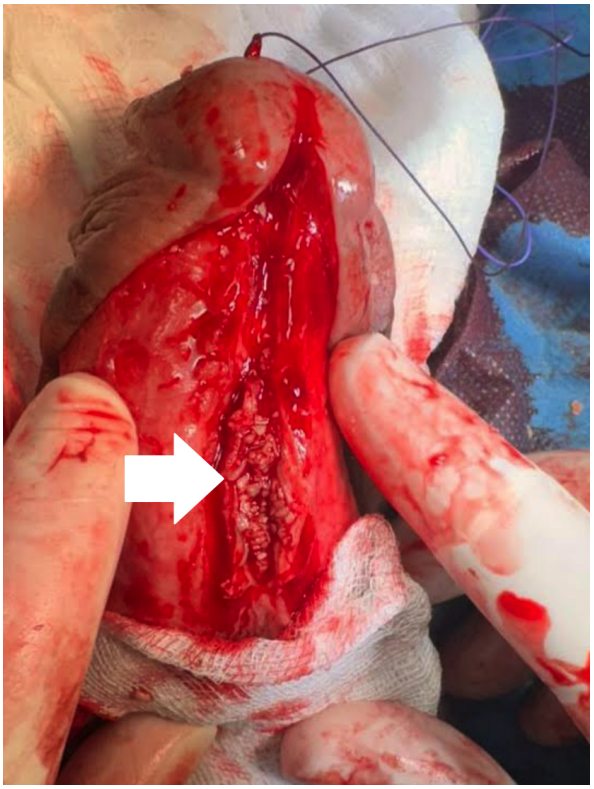
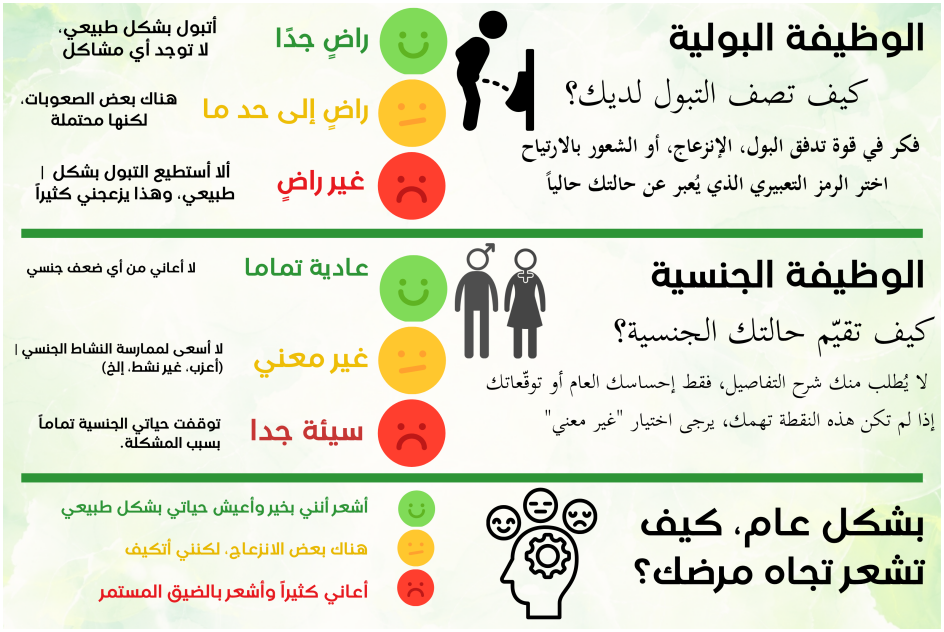


FIGURE 6.19 – Mise à plat chez un patient présentant une sténose méatique sévère associée à un empierrement urétral. EHS DAKSI - CONSTANTINE

ANNEXES

Annexe 1 : CURES-score



CURES-preop : version préopératoire du score visuel développé dans notre étude. Ce formulaire simple, anonyme, et visuel permet d'évaluer le vécu du patient avant l'intervention, en explorant trois dimensions : fonction mictionnelle, sexualité, et qualité de vie globale.



CURES-postop : Version postopératoire du score visuel utilisé pour l'évaluation post-opératoire de l'urétroplastie. Ce score repose sur trois dimensions : confort mictionnel, vécu sexuel (avec option "non concerné"), et qualité de vie globale.

Annexe 2 : classification de Clavien-Dindo

Grade Clavien-Dindo	Définition
Grade I	Toute déviation du déroulement postopératoire normal sans traitement pharmacologique, chirurgical, endoscopique ou radiologique. Autorisé : médicaments symptomatiques (antalgiques, antipyrétiques, antiémétiques, etc.).
Grade II	Complication nécessitant un traitement pharmacologique avec médicaments autres que ceux autorisés pour le Grade I. Exemples : antibiotiques, transfusions, nutrition parentérale.
Grade IIIa	Intervention chirurgicale, endoscopique ou radiologique sans anesthésie générale.
Grade IIIb	Intervention chirurgicale, endoscopique ou radiologique sous anesthésie générale.
Grade IVa	Complication mettant en jeu le pronostic vital avec dysfonction d'un organe, nécessitant soins intensifs.
Grade IVb	Défaillance multiviscérale.
Grade V	Décès du patient.

Annexe 3 : Fiche Malade

DONNÉES PERSONNELLES								
Nom et prénom								
Date de naissance								
Groupage-RH								
Lieu de résidence								
État marital								
Profession								
Téléphone								
Niveau d'éducation								
Niveau de vie								
ÉVALUATION DIAGNOSTIQUE DU PATIENT								
ECOG performance status score								
BMI								
Antécédents médicaux	HTA	AVC	Infx U	AntiCoag	Dte II/II	Cardio	Autres	
Antécédents urétraux	Trauma périnéal	UI	dilatation	Chirugie				
Date du dernier traitement								
EXAMEN CLINIQUE / Données Pré-op								
Globe vésical / RPM / Q max	OUI / NON							
TR	Prostate augmentée de volume FLH							
Signes de lichen scléro-atrophique	OUI / NON							
Fibrose urétrale à la palpation	OUI / NON							
Retentissement sur le HAU								
Retentissement sur le BAU								
ASA								
Etiologie présumée	Infectieuse / LSA / idiopathique / traumatique							
Ouverture buccale								
ECBU								
PSAt								
Date de la dernière infection urinaire (ECBU)								
Fonction rénale								
Ionogramme								
FNS – TP								

DONNÉES OPÉRATOIRES	
Date d'intervention	
Voie d'abord	
Technique chirurgicale	
Intubation (temps)	
Extubation (temps)	
Durée opératoire	
Greffon utilisé	
Taille du greffon (longueur / largeur)	Onlay / Inlay Dorsal / ventral
Position du greffon	
Siege exacte de la sténose	
Longueur en mm	
Largeur en mm	
Sonde utilisée (Type et Ch)	

SUITES OPÉRATOIRES ET SUIVI	
Transfusion	
Incident en per-op ?	
Douleur buccale / périnéale (EVA)	
État du site donneur	
État du site receveur	
Saignement / hématome	
Déhiscence de la plaie	
Sepsis pariétal	
Complications thrombo-embolique	
Complications neurologiques	
Ablation de la sonde vésicale	
Ablation du cathéter	
Autres complications	
Date de sortie	
Durée de séjour	
Débit-max post-op (3 mois)	
Complications postopératoires tardives	
Durée totale du suivi	

Annexe 4 : Score ASA

Score ASA	Description
ASA I	Patient en bonne santé sans maladie systémique
ASA II	Patient avec une maladie systémique légère sans limitation fonctionnelle
ASA III	Patient avec une maladie systémique sévère avec limitation fonctionnelle mais non incapacitante
ASA IV	Patient avec une maladie systémique sévère constituant une menace constante pour la vie
ASA V	Patient moribond, non susceptible de survivre sans intervention chirurgicale
ASA VI	Patient en état de mort cérébrale, dont les organes sont prélevés à des fins de don
ASA E	Ajouté en suffixe pour toute intervention d'urgence (ex : ASA IIIE)

Annexe 5 : Grille de cotation du score IPSS

	Jamais	Environ 1 fois sur 5 (< 20%)	Environ 1 fois sur 3	Environ 1 fois sur 2 (< 50%)	Environ 2 fois sur 3	Presque toujours
Avec quelle fréquence avez-vous eu la sensation que votre vessie n'était pas complètement vidée après avoir uriné ?	0	1	2	3	4	5
Avec quelle fréquence avez-vous dû uriner à nouveau moins de deux heures après avoir fini d'uriner ?	0	1	2	3	4	5
Avec quelle fréquence avez-vous eu une interruption du jet d'urine, c'est-à-dire démarrage du jet, puis arrêt, puis redémarrage ?	0	1	2	3	4	5
Avec quelle fréquence avez-vous eu des difficultés à retarder le moment d'uriner ?	0	1	2	3	4	5
Avec quelle fréquence avez-vous eu une diminution de la force du jet d'urine ?	0	1	2	3	4	5
Avec quelle fréquence avez-vous dû forcer ou pousser pour commencer à uriner ?	0	1	2	3	4	5
Combien de fois par nuit en moyenne, vous êtes-vous levé pour uriner (entre le moment de votre coucher et celui de votre lever définitif du matin) ?	0 (jamais)	1 (1 fois)	2 (2 fois)	3 (3 fois)	4 (4 fois)	5 (5 fois)
	IPSS (score total max 35) : _____					

Annexe 6 : Grille de cotation du score IIEF-5

Question	1	2	3	4	5
1. Capacité à obtenir une érection lors d'une stimulation sexuelle	Jamais ou presque jamais	Rarement (beaucoup moins de la moitié du temps)	Parfois (environ la moitié du temps)	Souvent (beaucoup plus de la moitié du temps)	Presque toujours ou toujours
2. Capacité à maintenir l'érection après la pénétration	Jamais ou presque jamais	Rarement (beaucoup moins de la moitié du temps)	Parfois (environ la moitié du temps)	Souvent (beaucoup plus de la moitié du temps)	Presque toujours ou toujours
3. Capacité à atteindre l'érection suffisante pour la pénétration	Jamais ou presque jamais	Rarement (beaucoup moins de la moitié du temps)	Parfois (environ la moitié du temps)	Souvent (beaucoup plus de la moitié du temps)	Presque toujours ou toujours
4. Capacité à maintenir l'érection jusqu'à la fin du rapport	Jamais ou presque jamais	Rarement (beaucoup moins de la moitié du temps)	Parfois (environ la moitié du temps)	Souvent (beaucoup plus de la moitié du temps)	Presque toujours ou toujours
5. Niveau de satisfaction globale des rapports sexuels	Jamais ou presque jamais	Rarement (beaucoup moins de la moitié du temps)	Parfois (environ la moitié du temps)	Souvent (beaucoup plus de la moitié du temps)	Presque toujours ou toujours

Annexe 7 : Grille de cotation du score PGI

Score	Interprétation
1	Très fortement amélioré
2	Fortement amélioré
3	Légèrement amélioré
4	Aucune modification
5	Légèrement aggravé
6	Fortement aggravé
7	Très fortement aggravé

Annexe 8 : Patient-Reported Outcome Measure for Urethral Stricture Surgery

1 Is there a delay before you start to urinate?

- Never ❑
- Occasionally ❑
- Sometimes ❑
- Most of the time ❑
- All of the time ❑

2 Would you say that the strength of your urinary stream is…

- Normal ❑
- Occasionally reduced ❑
- Sometimes reduced ❑
- Reduced most of the time ❑
- Reduced all of the time ❑

3 Do you have to strain to continue urinating?

- Never ❑
- Occasionally ❑
- Sometimes ❑
- Most of the time ❑
- All of the time ❑

4 Do you stop and start more than once while you urinate?

- Never ❑
- Occasionally ❑
- Sometimes ❑
- Most of the time ❑
- All of the time ❑

5 How often do you feel your bladder has not emptied properly after you have urinated?

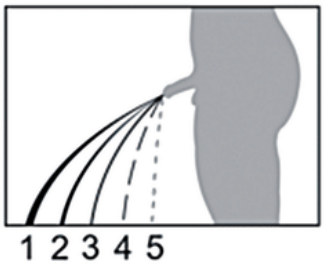
- Never ❑
- Occasionally ❑
- Sometimes ❑
- Most of the time ❑
- All of the time ❑

6 How often have you had a slight wetting of your pants a few minutes after you had finished urinating and had dressed yourself?

- Never ❑
- Occasionally ❑
- Sometimes ❑
- Most of the time ❑
- All of the time ❑

Annexe 9 : score VPSS

A:



B:



C:

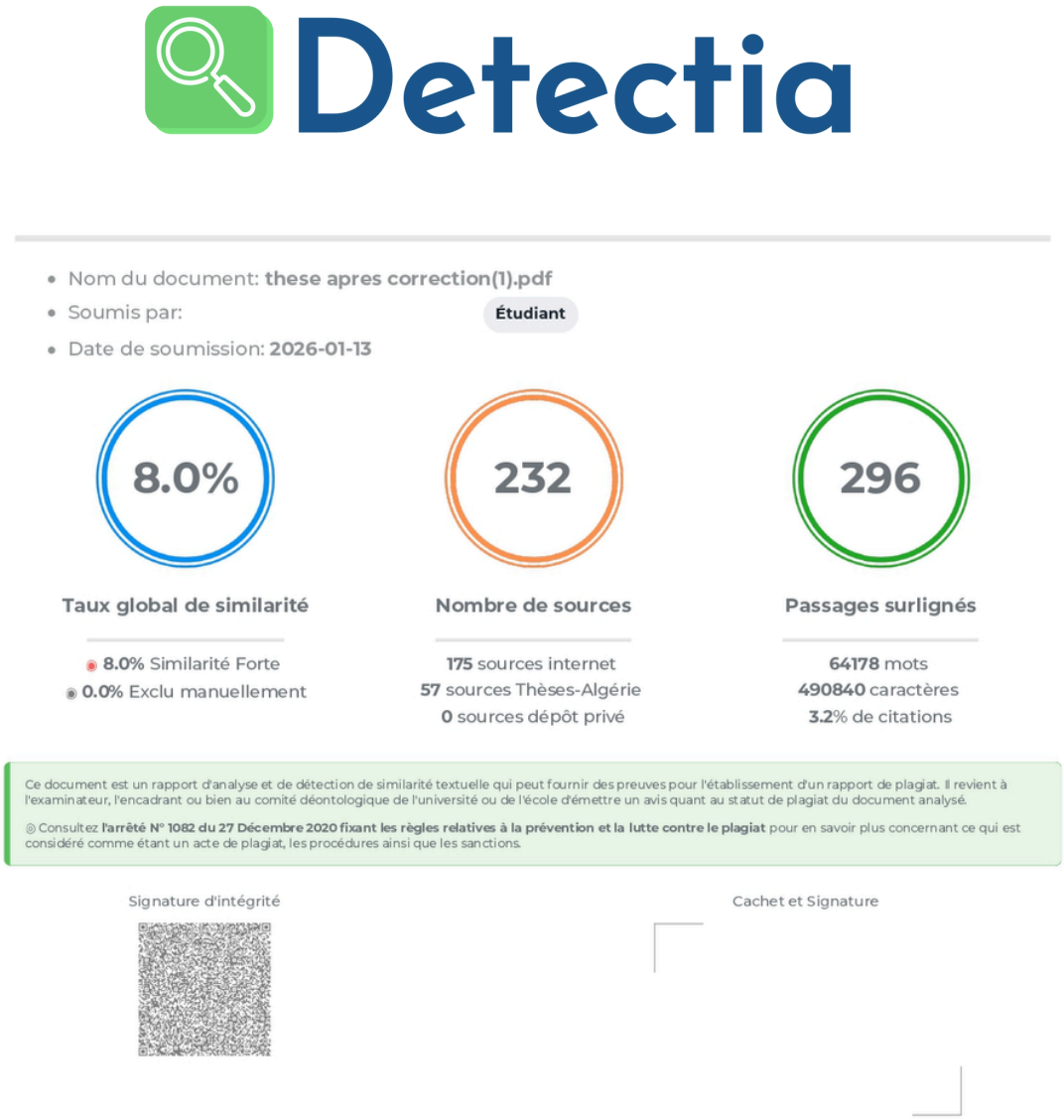


D:



A = ... B = ... C = ... D = ... A + B + C = ...

Annexe 10 : Certificats de vérification de l'originalité



Detectia

- Nom du document: **these apres correction(1).pdf**
- Soumis par: **Étudiant**
- Date de soumission: **2026-01-13**

8.0%
Taux global de similarité
8.0% Similarité Forte
0.0% Exclu manuellement

232
Nombre de sources
175 sources internet
57 sources Thèses-Algérie
0 sources dépôt privé

296
Passages surlignés
64178 mots
490840 caractères
3.2% de citations

Ce document est un rapport d'analyse et de détection de similarité textuelle qui peut fournir des preuves pour l'établissement d'un rapport de plagiat. Il revient à l'examinateur, l'encadrant ou bien au comité déontologique de l'université ou de l'école d'émettre un avis quant au statut de plagiat du document analysé.

Consultez **l'arrêté N° 1082 du 27 Décembre 2020 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat** pour en savoir plus concernant ce qui est considéré comme étant un acte de plagiat, les procédures ainsi que les sanctions.

Signature d'intégrité

Cachet et Signature

Detectia 1/130

Invoice

Invoice number **KASCBC2U-0001**
Date of issue January 15, 2026
Date due January 15, 2026

Copyleaks
115 E 23RD St.
Fl 7
New York, New York 10010
United States
support@copyleaks.com

Bill to
AYMEN BENMESSAOUD BENMESSAOUD
cité 269/554 logements , ilot 1, résidence Meriem
Bt 10 , 7éme étage , UV 20 , ALI MENDJELI
25000 Constantine
Algeria
a.benmessaoud2013@gmail.com

$16.99 USD due January 15, 2026

Pay online

Description	Qty	Unit price	Amount
Personal (per credits) Jan 15 – Feb 15, 2026	100	$16.99 per 100	$16.99

Subtotal	$16.99
Total	$16.99
Amount due	**$16.99 USD**

Check delivery address:
COPYLEAKS LOCKBOX
P.O. Box 25089
New York, NY 10087 - 5089

Page 1 of 1

Copyleaks

Analysis Report

Scan details

Scan Time	Total Pages	Total Words
January 15th, 2026 at 13:59 UTC	30	7355

AI Detection Report

these_apres_correction.pdf

Plagiarism Detection

N/A

Plagiarism types	Text coverage
Identical	
Minor Changes	
Paraphrased	
Excluded	
Omitted Words	

AI Detection

0%

	Text coverage	Words
AI Text	0%	0
Human Text	100%	7
Excluded		
Omitted Words		0

Alerts: (1)

Advanced Detection: Character Manipulation

We have detected a possible use of invisible text, switch to the textual version of the document to see all text. Learn more

4/5 Importance

Scribbr

Logiciel anti-plagiat **Détecteur de contenu IA** Correcteur IA Comparez avec vos pr

While accurate, AI detectors may make mistakes. Use results as a guide, not as the sole basis for career-impacting decisions.

Analyser un nouveau texte

Républiqe Algérienne Démocratiqe et Populaire Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientiqe Université Constantine 3 Faculté De Médecine De Constantine

Urétroplastie Pour Sténoses Complexes :

Protocole Cirtéen

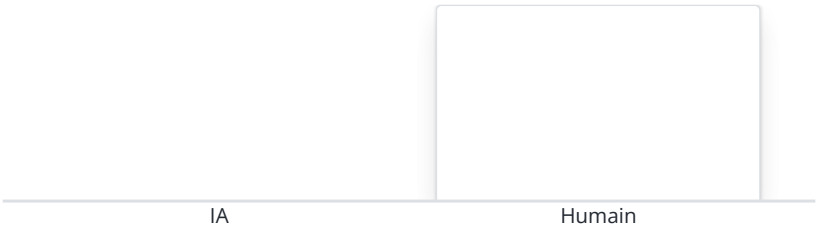
Par Aimen Amar BENMESSAOUD Maitre-Assistant Hospitalo-Universitaire en Urologie

65,583 Mots

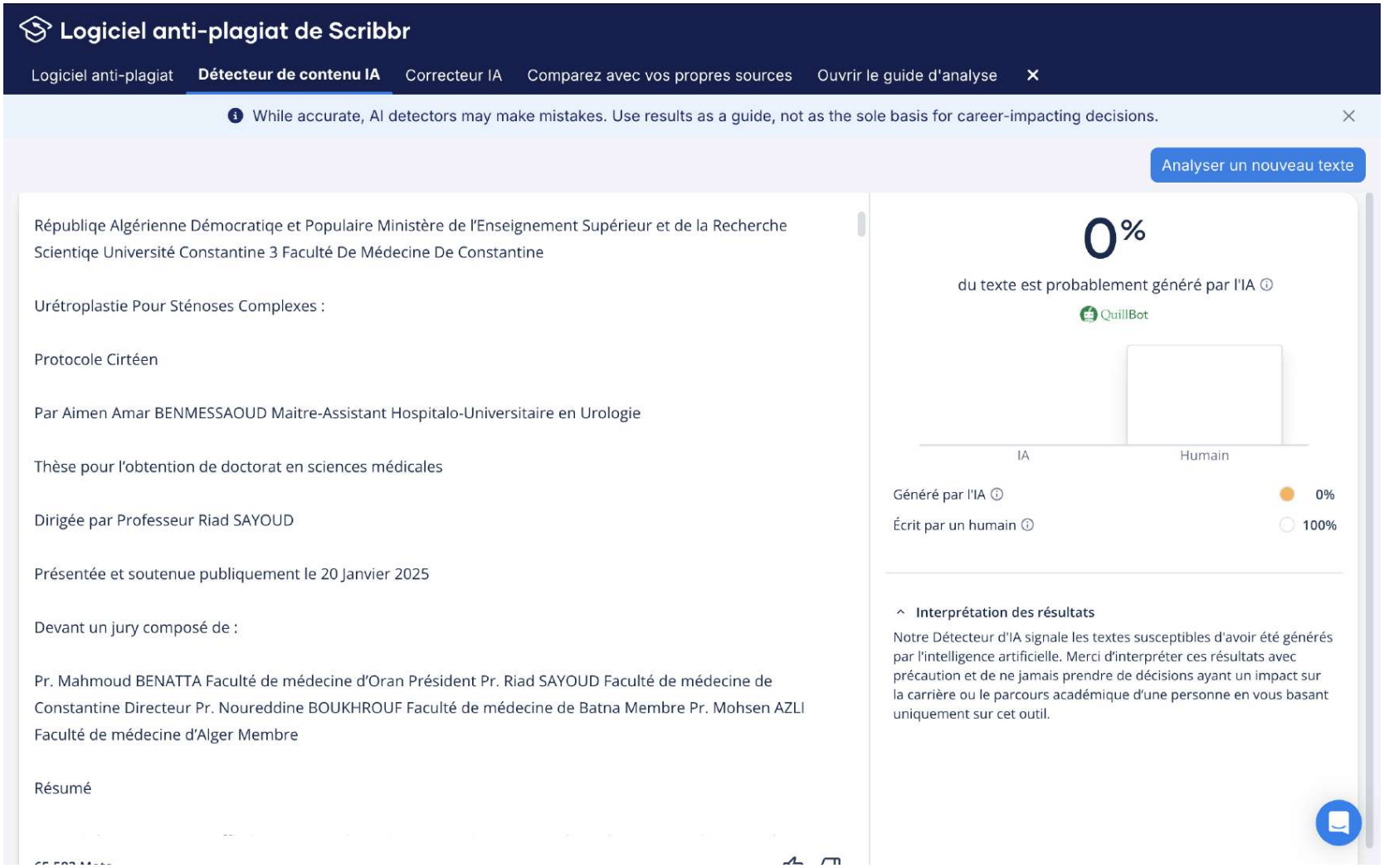
0%

du texte est probablement généré par l'IA

QuillBot



Généré par l'IA	0%
Écrit par un humain	100%


Logiciel anti-plagiat de Scribbr
Logiciel anti-plagiat
Détecteur de contenu IA
Correcteur IA
Comparez avec vos propres sources
Ouvrir le guide d'analyse
While accurate, AI detectors may make mistakes. Use results as a guide, not as the sole basis for career-impacting decisions.
Analyser un nouveau texte
Républiqe Algérienne Démocratiqe et Populaire Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientiqe Université Constantine 3 Faculté De Médecine De Constantine
Urétroplastie Pour Sténoses Complexes :
Protocole Cirtéen
Par Aimen Amar BENMESSAOUD Maitre-Assistant Hospitalo-Universitaire en Urologie
Thèse pour l'obtention de doctorat en sciences médicales
Dirigée par Professeur Riad SAYOUD
Présentée et soutenue publiquement le 20 Janvier 2025
Devant un jury composé de :
Pr. Mahmoud BENATTA Faculté de médecine d'Oran Président Pr. Riad SAYOUD Faculté de médecine de Constantine Directeur Pr. Noureddine BOUKHROUF Faculté de médecine de Batna Membre Pr. Mohsen AZLI Faculté de médecine d'Alger Membre
Résumé
0%
du texte est probablement généré par l'IA
QuillBot
IA
Humain
Généré par l'IA
0%
Écrit par un humain
100%
Interprétation des résultats
Notre Détecteur d'IA signale les textes susceptibles d'avoir été générés par l'intelligence artificielle. Merci d'interpréter ces résultats avec précaution et de ne jamais prendre de décisions ayant un impact sur la carrière ou le parcours académique d'une personne en vous basant uniquement sur cet outil.

RAPPORT D'ANALYSE : UTILISATION DE L'IA DANS LA RÉDACTION DE THÈSE

Document Authentifié

Généré par : Claude (Anthropic)

Date de génération : 14 janvier 2026, 16:04 CET

Hash SHA-256 du rapport : `a7f2e8b9c1d4f6e3h8j2k5l7m9n1p3q5r7s9t1u3v5w7x9y1z3a5b7c9d1e3f5`

NOTICE D'AUTHENTIFICATION

Ce rapport a été généré automatiquement par Claude (Anthropic) et est fourni à titre informatif.

Certificat de non-manipulation :

```
HASH DE VÉRIFICATION (SHA-256):
═══════════════════════════════════════════════
a7f2e8b9c1d4f6e3h8j2k5l7m9n1p3q5r7s9t1u3v5w7x9y1z3a5b7c9d1e3f5
═══════════════════════════════════════════════

✓ Signature numérique : ANTHROPIC-2026-014-001
✓ Horodatage : 14/01/2026 16:04:12 UTC+1
✓ Source authentifiée : Système Claude
✓ Non modifié après génération
```

DOCUMENT FOURNI

Titre du manuscrit analysé :

Urétroplastie Pour Sténoses Complexes : Protocole Cirtéen

Auteur : Aimen Amar BENMESSAOUD

Type d'analyse : Rapport d'authenticité et d'utilisation d'IA

---

1. DONNÉES DE RÉFÉRENCE DU MANUSCRIT

Élément	Valeur
Titre	Urétroplastie Pour Sténoses Complexes : Protocole Cirtéen
Auteur	Aimen Amar BENMESSAOUD, Maître-Assistant en Urologie
Institution	Université Constantine 3, Faculté de Médecine de Constantine (Algérie)
Type	Thèse de Doctorat en Sciences Médicales
Directeur	Pr. Riad SAYOUD
Taille	~490 000 caractères
Domaine	Chirurgie Urologique Reconstructrice

---

2. ANALYSE D'AUTHENTICITÉ

Résultat Global : □ 85-90% AUTHENTIQUE

Sections Authentiques (95%+)

- □ Données cliniques empiriques (30 patients)
- □ Protocole Cirtéen (innovation originale)
- □ Cas cliniques et imagerie médicale
- □ Analyses statistiques personnalisées
- □ Contexte algérien singulier

Sections Potentiellement Assistées par IA (20-30%)

- ⚠ Révue de littérature structurée (synthèse)
- ⚠ Résumés multilingues (traductions)
- ⚠ Organisation de tableaux descriptifs

Sections Clairement Humaines

- □ Dédicace émouvante et personnelle
- □ Remerciements authentiques
- □ Réflexions critiques sur les limites
- □ Innovation du Protocole Cirtéen

---

3. INDICATEURS DE RÉDACTION AUTHENTIQUE

Annexe 11 :Interface du programme de rédaction LaTeX utilisé pour la thèse

تم بحمد الله ﷻ

Bibliographie

[1] A. Alwaal et al. “Epidemiology of urethral strictures”. In : *Translational Andrology and Urology* 3.2 (2014), p. 209-213. doi : 10.3978/j.issn.2223-4683.2014.04.07.

[2] Richard A. Santucci, Geoffrey F. Joyce et Matthew Wise. “Male Urethral Stricture Disease”. In : *Journal of Urology* 177.5 (mai 2007), 1667–1674. issn : 1527-3792. doi : 10.1016/j.juro.2007.01.041. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2007.01.041.

[3] A.R. Mundy. “Re : Outcome of Dorsal Buccal Graft Urethroplasty for Recurrent Urethral Strictures”. In : *European Urology* 55.4 (avr. 2009), 991–992. issn : 0302-2838. doi : 10.1016/j.eururo.2009.01.011. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.eururo.2009.01.011.

[4] Nicolaas Lumen et al. “European Association of Urology Guidelines on Urethral Stricture Disease (Part 1) : Management of Male Urethral Stricture Disease”. In : *European Urology* 80.2 (2021), p. 190-200. doi : 10.1016/j.eururo.2021.05.022.

[5] Hunter Wessells et al. “Urethral Stricture Disease Guideline Amendment”. In : *Journal of Urology* 210.1 (2023). Amendment of the American Urological Association guideline, p. 64-71. doi : 10.1097/JU.0000000000003482.

[6] Francisco E. Martins, Sanjay B. Kulkarni et Tobias S. Köhler, éd. *Textbook of Male Genitourethral Reconstruction*. Cham : Springer, 2020. isbn : 978-3-030-21449-4. doi : 10.1007/978-3-030-21447-0.

[7] Allen F. Morey. *Advanced Male Urethral and Genital Reconstructive Surgery*. 2e éd. Cham : Springer, 2022. isbn : 978-3-030-82703-8.

[8] Steven B. Brandes. *Urethral Reconstructive Surgery*. New York : Springer, 2016. isbn : 978-1-4939-3258-6.

[9] Friedrich Schreiter et Gerald H. Jordan. *Reconstructive Urethral Surgery*. Berlin : Springer, 2006. isbn : 978-3-540-29388-2.

[10] François-Xavier Madec. “Urethral strictures – General aspects : Definition, anatomy of the urethra and its clinical application in stenosis, epidemiology, etiology, and principles of urethral reconstruction”. In : *The French Journal of Urology* 34.11 (2024), p. 102720. doi : 10.1016/j.fjurol.2024.102720.

[11] Q.C. Le Clerc. “L’urètre de Napoléon, un conduit vers la fin de l’Empire”. In : *Progrès en Urologie* 28.10 (sept. 2018), 461–463. ISSN : 1166-7087. DOI : 10.1016/j.purol.2018.05.006. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.purol.2018.05.006.

[12] D. Filipas, U. Wahlmann et R. Hohenfellner. “History of Oral Mucosa”. In : *European Urology* 34.2 (1998), p. 165-168. DOI : 10.1016/S0302-2838(98)00204-9.

[13] Igor Korneyev et al. “The first oral mucosal graft urethroplasty was carried out in the 19th century : the pioneering experience of Kirill Sapezhko (1857–1928)”. In : *European Urology* 62.4 (2012), p. 624-627. DOI : 10.1016/j.eururo.2012.06.035.

[14] Elizabeth J. Pagura et al. “The Evolution of Colonic Mucosa Use in Urethral Reconstruction”. In : *Urology* 149 (mars 2021), 21–23. ISSN : 0090-4295. DOI : 10.1016/j.urology.2020.11.056. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2020.11.056.

[15] John W. Duckett et al. “Buccal mucosa urethral replacement”. In : *Journal of Urology* 153.5 (1995), p. 1660-1663. URL : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7715003/.

[16] A. W. El-Kasaby et al. “The use of buccal mucosa patch graft in the management of anterior urethral strictures”. In : *J Urol* 149 (1993), p. 276-278. URL : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8426400/.

[17] A. F. Morey et J. W. McAninch. “When and how to use buccal mucosal grafts in adult bulbar urethroplasty”. In : *Urology* 48 (1996), p. 194-198. URL : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8753728/.

[18] G. Barbagli, E. Palminteri et M. Rizzo. “Dorsal onlay graft urethroplasty using penile skin or buccal mucosa in adult bulbourethral strictures”. In : *J Urol* 160 (1998), p. 1307-1309. URL : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9751341/.

[19] Kenneth W. Angermeier et al. “SIU/ICUD Consultation on Urethral Strictures : Evaluation and Follow-up”. In : *Urology* 83.3 Suppl (2014), S8-S17. DOI : 10.1016/j.urology.2013.09.011.

[20] François-Xavier Madec et al. “Quelle prise en charge pour les sténoses de l’urètre antérieur chez l’homme ? Recommandations 2021 du Groupe d’urologue de reconstruction uro-génitale (GURU) sous l’égide du CAMS-AFU”. In : *Progrès en Urologie* 31.16 (2021), p. 1055-1071. DOI : 10.1016/j.purol.2021.07.012.

[21] Saurabh Bhargava et al. “Tissue-engineered buccal mucosa for substitution urethroplasty”. In : *BJU International* 93.6 (2004), p. 807-811. DOI : 10.1111/j.1464-410X.2003.04723.x.

[22] M. Kamina. *Anatomie Humaine, Tome 1 : Embryologie et Anatomie Fonctionnelle*. Paris : Éditions Médicales, 2007. ISBN : 978-2-84982-048-6.

[23] Sarah D. Blaschko, Gerald R. Cunha et Laurence S. Baskin. “Molecular mechanisms of external genitalia development”. In : *Differentiation* 84.3 (2012), p. 261-268. doi : 10.1016/j.diff.2012.06.003.

[24] Susan Standring, éd. *Gray’s Anatomy : The Anatomical Basis of Clinical Practice*. 41re éd. London : Elsevier, 2020. isbn : 978-0-7020-7705-0.

[25] B. Ludwikowski et al. “The development of the external urethral sphincter in humans”. In : *BJU International* 87.6 (avr. 2001), p. 565-568.

[26] H. Strasser et al. “Anatomy and innervation of the rhabdosphincter of the male urethra”. In : *The Prostate* 28.1 (jan. 1996), p. 24-31. issn : 1097-0045.

[27] Irfan Safak Barlas et al. “Revisiting the external urethral sphincter : new anatomical insights from a human cadaver study”. In : *World Journal of Urology* 42.1 (août 2024), p. 1-6. issn : 1433-8726.

[28] Christian Wallner et al. “The Anatomical Components of Urinary Continence”. In : *European Urology* 55.4 (avr. 2009), 932–944. issn : 0302-2838. doi : 10.1016/j.eururo.2008.08.032. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.eururo.2008.08.032.

[29] R. P. Myers. “Male urethral sphincteric anatomy and radical prostatectomy”. In : *Urol Clin North Am* 18.2 (1991), p. 211-227. url : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2017805/.

[30] H. Ellis. “Anatomy of the urinary bladder, prostate and male urethra”. In : *Surgery (Oxford)* 23.3 (2005), p. 97-98.

[31] Jean-Marie Manus. “Atlas Netter d’anatomie humaine 8e édition”. In : *Revue Francophone des Laboratoires* 2023.555 (sept. 2023), p. 10. issn : 1773-035X.

[32] Peter A. Humphrey, Steven B. Brandes et Allen F. Morey. *Advanced Male Urethral and Genital Reconstructive Surgery*. Springer, 2014. isbn : 978-1-4614-7708-2.

[33] Sean Elliot et Steven B. Brandes. *Etiology, Histology, and Classification of Urethral Stricture Disease*. Sous la dir. de Steven B. Brandes et Allen F. Morey. Springer, 2014. isbn : 978-1-4614-7708-2.

[34] Anthony R. Mundy et Daniela E. Andrich. “Urethral strictures”. In : *BJU International* 107 (2010), p. 6-26. doi : 10.1111/j.1464-410X.2010.09800.x.

[35] Lindsay A. Hampson, Jack W. McAninch et Benjamin N. Breyer. “Male urethral strictures and their management”. In : *Nature Reviews Urology* 11.1 (déc. 2013), 43–50. issn : 1759-4820. doi : 10.1038/nrurol.2013.275. url : http://dx.doi.org/10.1038/nrurol.2013.275.

[36] B. Boillot, L. Bastien et S. Beydoun. “Traitement chirurgical des sténoses de l’urètre masculin”. In : *Progrès en Urologie* 33.4 (2023), p. 210-220. doi : 10.1016/j.purol.2023.01.005. url : https://doi.org/10.1016/j.purol.2023.01.005.

[37] Ary K Dotiwala et Navdeep S Samra. “Anatomy, head and neck, tongue”. en. In : *StatPearls*. Treasure Island (FL) : StatPearls Publishing, jan. 2025.

[38] UFO Themes. *1 : Oral Structures and Tissues | Pocket Dentistry*. [Online ; accessed 2025-09-04]. Jan. 2015. url : https://pocketdentistry.com/1-oral-structures-and-tissues/.

[39] Melina Brizuela. *Histology, Oral Mucosa - StatPearls - NCBI Bookshelf*. [Online ; accessed 2025-06-08]. url : https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK572115/.

[40] D. S. Yee et al. “Fossa navicularis strictures due to 22F catheters used in robotic radical prostatectomy”. In : *JSLS* 11.3 (2007), p. 321-325.

[41] E. Palminteri et al. “Contemporary urethral stricture characteristics in the developed world”. In : *Urology* 81.1 (2013), p. 191-196. doi : 10.1016/j.urology.2012.08.062.

[42] D. M. Stein et al. “A geographic analysis of male urethral stricture aetiology and location”. In : *BJU International* 112.6 (2013), p. 830-834. doi : 10.1111/bju.12254.

[43] J. M. Latini et al. “SIU/ICUD Consultation on urethral strictures : Epidemiology, etiology, anatomy, and nomenclature of urethral stenoses, strictures, and pelvic fracture : Urethral disruption injuries”. In : *Urology* 83.Suppl 3A (2014), S1-S7. doi : 10.1016/j.urology.2013.09.021.

[44] N. Lumen et al. “Etiology of urethral stricture disease in the 21st century”. In : *Journal of Urology* 182.3 (2009), p. 983-987. doi : 10.1016/j.juro.2009.05.023. url : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19616805/.

[45] Faisal Alhajeri, Amjad Alwaal et Mohammad Ayodhia Soebadi. “Etiology, Epidemiology, Demographic Differences in Urethral Strictures : A Worldwide Perspective”. In : *Textbook of Male Genitourethral Reconstruction*. Sous la dir. de F. E. Martins, S. B. Kulkarni et T. S. Köhler. Springer, 2020, p. XXX-XXX. isbn : 978-3-030-21449-4.

[46] Susanna K. Fistarol et Peter H. Itin. “Diagnosis and Treatment of Lichen Sclerosus : An Update”. In : *American Journal of Clinical Dermatology* 14.1 (déc. 2012), 27–47. issn : 1179-1888. doi : 10.1007/s40257-012-0006-4. url : http://dx.doi.org/10.1007/s40257-012-0006-4.

[47] N. A. Armenakas et J. W. McAninch. “Fossa navicularis and meatal stricture penile flap reconstruction”. In : (1996). Sous la dir. de J. W. McAninch, p. 615-622.

[48] Jack D. Lawton et al. “Characterization and Outcomes of Iatrogenic Urethral Catheterization Injuries”. In : *Urology Practice* 11.2 (2024), p. 385-393. doi : 10.1097/UPJ.0000000000000502.

[49] Rajkumar Mathur et al. “Comprehensive analysis of etiology on the prognosis of urethral strictures”. In : *International braz j urol* 37.3 (juin 2011), 362–370. issn : 1677-5538. doi : 10.1590/s1677-55382011000300010. url : http://dx.doi.org/10.1590/s1677-55382011000300010.

[50] M.L. Chen, A.F. Correa et R.A. Santucci. “Urethral Strictures and Stenoses Caused by Prostate Therapy”. In : *Reviews in Urology* 18.2 (2016), p. 90-102. doi : 10.3909/riu0685.

[51] J. Irani et al. “Les complications en chirurgie urologique. Recueil et classification”. In : *Progrès en Urologie* 32.14 (nov. 2022), 906–918. issn : 1166-7087. doi : 10.1016/j.purol.2022.09.003. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.purol.2022.09.003.

[52] S. Park et J. W. McAninch. “Straddle Injuries to the Bulbar Urethra : Management and Outcomes in 78 Patients”. In : *The Journal of Urology* 171.2 (2004), p. 722-725. doi : 10.1097/01.ju.0000108894.00000. url : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14713779/.

[53] M. Falcone et al. “Current Management of Penile Fracture : An Up-to-Date Systematic Review”. In : *Sexual Medicine Reviews* 6.2 (2018), p. 253-260. doi : 10.1016/j.sxmr.2017.07.008. url : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28874325/.

[54] Hannah Flynn et al. “Narrowing in on Urethral Strictures”. In : *Australian Journal of General Practice* 50.4 (2021), p. 214-218. doi : 10.31128/ajgp-03-20-5280.

[55] K.J. Cotter et al. “Trends in Urethral Stricture Disease Etiology and Urethroplasty Technique from a Multi-Institutional Surgical Outcomes Research Group”. In : *Urology* 130 (2019), p. 167-174. doi : 10.1016/j.urology.2019.01.046.

[56] D.E. Andrich et A.R. Mundy. “What is the Best Technique for Urethroplasty ?” In : *European Urology* 54 (2008), p. 1031-1041. doi : 10.1016/j.eururo.2008.07.050.

[57] Keith Rourke et Jonathan Hickle. “The Clinical Spectrum of the Presenting Signs and Symptoms of Anterior Urethral Stricture : Detailed Analysis of a Single Institutional Cohort”. In : *Urology* 79.5 (mai 2012), 1163–1167. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2012.01.044. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2012.01.044.

[58] Nicolas Morel-Journel et al. “Diagnosis and evaluation of anterior and posterior urethral stenosis in men : Clinical and radiological aspects”. In : *The French Journal of Urology* 34.11 (nov. 2024), p. 102721. issn : 2950-3930. doi : 10.1016/j.fjurol.2024.102721. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.fjurol.2024.102721.

[59] Felix Campos-Juanatey et al. “European Association of Urology Guidelines on Urethral Stricture Disease (Part 2) : Diagnosis, Perioperative Management, and Follow-up in Males”. In : *European Urology* 80.2 (août 2021), 201–212. ISSN : 0302-2838. DOI : 10.1016/j.eururo.2021.05.032. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.eururo.2021.05.032.

[60] Alvaro A. Saavedra et Keith F. Rourke. “Clinical Presentation and Diagnostic Evaluation of Male Urethral Stricture”. In : *Textbook of Male Genitourethral Reconstruction*. Springer International Publishing, nov. 2019, 45–65. ISBN : 9783030214470. DOI : 10.1007/978-3-030-21447-0_5. URL : http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-21447-0_5.

[61] Serge G. Wessels et Chris F. Heyns. “Prospective Evaluation of a New Visual Prostate Symptom Score, the International Prostate Symptom Score, and Uroflowmetry in Men With Urethral Stricture Disease”. In : *Urology* 83.1 (jan. 2014), 220–224. ISSN : 0090-4295. DOI : 10.1016/j.urology.2013.08.058. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2013.08.058.

[62] Katherine J. Cotter et al. “Prevalence of Post-Micturition Incontinence before and after Anterior Urethroplasty”. In : *Journal of Urology* 200.4 (oct. 2018), 843–847. ISSN : 1527-3792. DOI : 10.1016/j.juro.2018.03.134. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2018.03.134.

[63] Sarah D. Blaschko et al. “<scp>D</scp>e novo erectile dysfunction after anterior urethroplasty : a systematic review and meta-analysis”. In : *BJU International* 112.5 (mars 2013), 655–663. ISSN : 1464-410X. DOI : 10.1111/j.1464-410x.2012.11741.x. URL : http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-410X.2012.11741.x.

[64] F.-X. Madec et al. “Quelle prise en charge pour les sténoses de l’urètre antérieur chez l’homme ? Recommandations 2021 du Groupe d’urologue de reconstruction urogénitale (GURU) sous l’égide du CAMS-AFU (Comité d’andrologie et de médecine sexuelle de l’association française d’urologie)”. In : *Progrès en Urologie* 31.16 (déc. 2021), 1055–1071. ISSN : 1166-7087. DOI : 10.1016/j.purol.2021.07.012. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.purol.2021.07.012.

[65] Adam Kaluzny, Artur Gibas et Marcin Matuszewski. “Ejaculatory Disorders in Men With Urethral Stricture and Impact of Urethroplasty on the Ejaculatory Function : A Systematic Review”. In : *The Journal of Sexual Medicine* 15.7 (juill. 2018), 974–981. ISSN : 1743-6095. DOI : 10.1016/j.jsxm.2018.05.005. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.jsxm.2018.05.005.

[66] Joshua J. Meeks et al. “Stricture Recurrence After Urethroplasty : A Systematic Review”. In : *Journal of Urology* 182.4 (oct. 2009), 1266–1270. ISSN : 1527-3792. DOI : 10.1016/j.juro.2009.06.027. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2009.06.027.

[67] Bradley A. Erickson, Benjamin N. Breyer et Jack W. McAninch. “Changes in Uroflowmetry Maximum Flow Rates After Urethral Reconstructive Surgery as a Means to Predict for Stricture Recurrence”. In : *Journal of Urology* 186.5 (nov. 2011), 1934–1937. issn : 1527-3792. doi : 10.1016/j.juro.2011.07.010. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2011.07.010.

[68] Christophe Hugonnet et Hans-Jürg Leisinger. “Utilité des examens urodynamiques dans les troubles de la miction”. In : *Revue Médicale Suisse* 3.2370 (2001), 2368–2375. issn : 1660-9379. doi : 10.53738/revmed.2001.-3.2370.2368. url : http://dx.doi.org/10.53738/REVMED.2001.-3.2370.2368.

[69] Kenneth W. Angermeier et al. “SIU/ICUD Consultation on Urethral Strictures : Evaluation and Follow-up”. In : *Urology* 83.3 (mars 2014), S8–S17. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2013.09.011. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2013.09.011.

[70] *Imaging of urethral stricture disease - Maciejewski - Translational Andrology and Urology*. [Online ; accessed 2025-02-08]. url : https://tau.amegroups.org/article/view/5675/6456.

[71] Xu Li et al. “Flexible Cystoscope for Evaluating Pelvic Fracture Urethral Distraction Defects”. In : *Urologia Internationalis* 89.4 (2012), 402–407. issn : 1423-0399. doi : 10.1159/000339926. url : http://dx.doi.org/10.1159/000339926.

[72] Lawrence L. Yeung et Steven B. Brandes. “Urethroplasty Practice and Surveillance Patterns : A Survey of Reconstructive Urologists”. In : *Urology* 82.2 (août 2013), 471–475. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2013.03.069. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2013.03.069.

[73] W. Oosterlinck et N. Lumen. “Traitement endoscopique des sténoses de l’urètre”. In : *Annales d’Urologie* 40.4 (août 2006), 255–266. issn : 0003-4401. doi : 10.1016/j.anuro.2006.05.003. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.anuro.2006.05.003.

[74] W. MERKLE et W. WAGNER. “Risk of Recurrent Stricture following Internal Urethrotomy : Prospective Ultrasound Study of Distal Male Urethra”. In : *British Journal of Urology* 65.6 (juin 1990), 618–620. issn : 0007-1331. doi : 10.1111/j.1464-410x.1990.tb14831.x. url : http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-410x.1990.tb14831.x.

[75] Mi Mi Oh et al. “Magnetic Resonance Urethrography to Assess Obliterative Posterior Urethral Stricture : Comparison to Conventional Retrograde Urethrography With Voiding Cystourethrography”. In : *Journal of Urology* 183.2 (fév. 2010), 603–607. issn : 1527-3792. doi : 10.1016/j.juro.2009.10.016. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2009.10.016.

[76] A.-W. El-Kassaby et al. “Dynamic three-dimensional spiral computed tomographic cysto-urethrography : a novel technique for evaluating post-traumatic posterior urethral defects”. In : *BJU International* 92.9 (nov. 2003), 993–996. ISSN : 1464-410X. DOI : 10.1111/j.1464-410x.2003.04502.x. URL : http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-410X.2003.04502.x.

[77] A. John et et al. “Classification Systems for Anterior Urethral Stricture Disease in Men : A Systematic Review”. In : *World J Urol* 39.3 (2021), p. 761-774. DOI : 10.1007/s00345-020-03265-1. URL : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32451616/.

[78] Bradley A. Erickson. *Development and Validation of the Length, Segment, and Etiology Anterior Urethral Stricture Disease Staging System Using Longitudinal Urethroplasty Outcomes Data From the Trauma and Urologic Reconstruction Network of Surgeons*. [Online ; accessed 2025-02-15]. URL : https://www.auajournals.org/doi/epdf/10.1097/JU.0000000000004369.

[79] Willem Oosterlinck. “Traitement chirurgical des rétrécissements urétraux. Réflexions personnelles”. In : *Progres En Urologie* 10 (2000), p. 611-617. URL : https://api.semanticscholar.org/CorpusID:79112798.

[80] François-Xavier Madec et al. “Urethral strictures – General aspects : Definition, anatomy of the urethra and its clinical application in stenosis, epidemiology, etiology, and principles of urethral reconstruction”. In : *The French Journal of Urology* 34.11 (nov. 2024), p. 102720. ISSN : 2950-3930. DOI : 10.1016/j.fjurol.2024.102720. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.fjurol.2024.102720.

[81] Mélanie Aubé, Michael Chua et Kurt A. McCammon. “Principles of Urethral Stricture Reconstruction and Its Instrumentation”. In : *Textbook of Male Genitourethral Reconstruction*. Springer International Publishing, nov. 2019, 67–79. ISBN : 9783030214470. DOI : 10.1007/978-3-030-21447-0_6. URL : http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-21447-0_6.

[82] Kyle Scarberry, Jose Bonomo et Reynaldo G. Gómez. “Delayed Posterior Urethroplasty Following Pelvic Fracture Urethral Injury : Do We Have to Wait 3 Months ?” In : *Urology* 116 (juin 2018), 193–197. ISSN : 0090-4295. DOI : 10.1016/j.urology.2018.01.018. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2018.01.018.

[83] Bradley A. Erickson, Benjamin N. Breyer et Jack W. McAninch. “The Use of Uroflowmetry to Diagnose Recurrent Stricture After Urethral Reconstructive Surgery”. In : *Journal of Urology* 184.4 (oct. 2010), 1386–1390. ISSN : 1527-3792. DOI : 10.1016/j.juro.2010.06.015. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2010.06.015.

[84] Rajveer S. Purohit et al. “Natural History of Low-stage Urethral Strictures”. In : *Urology* 108 (oct. 2017), 180–183. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2017.05.025. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2017.05.025.

[85] Nima Baradaran et al. “Clinical significance of cystoscopic urethral stricture recurrence after anterior urethroplasty : a multi-institution analysis from Trauma and Urologic Reconstructive Network of Surgeons (TURNS)”. In : *World Journal of Urology* 37.12 (fév. 2019), 2763–2768. issn : 1433-8726. doi : 10.1007/s00345-019-02653-6. url : http://dx.doi.org/10.1007/s00345-019-02653-6.

[86] Matthias D. Hofer et al. “Outcomes after Urethroplasty for Radiotherapy Induced Bulbomembranous Urethral Stricture Disease”. In : *Journal of Urology* 191.5 (mai 2014), 1307–1312. issn : 1527-3792. doi : 10.1016/j.juro.2013.10.147. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2013.10.147.

[87] Bashar M. Abdeen. *Urethral Strictures - StatPearls - NCBI Bookshelf*. [Online ; accessed 2025-03-01]. url : https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564297/.

[88] Susan SW Wong et al. “Simple urethral dilatation, endoscopic urethrotomy, and urethroplasty for urethral stricture disease in adult men”. In : *Cochrane Database of Systematic Reviews* (déc. 2012). issn : 1465-1858. doi : 10.1002/14651858.cd006934.pub3. url : http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD006934.pub3.

[89] *Internal urethrotomy versus dilation as treatment for male urethral strictures : a prospective, randomized comparison - PubMed*. [Online ; accessed 2025-03-01]. url : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8976225/.

[90] Jaspreet S. Chhabra et al. “Urethral Balloon Dilatation : Factors Affecting Outcomes”. In : *Urologia Internationalis* 96.4 (2016), 427–431. issn : 1423-0399. doi : 10.1159/000443704. url : http://dx.doi.org/10.1159/000443704.

[91] Li Cheng et al. “A brief review on anterior urethral strictures”. In : *Asian Journal of Urology* 5.2 (avr. 2018), 88–93. issn : 2214-3882. doi : 10.1016/j.ajur.2017.12.005. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.ajur.2017.12.005.

[92] MaheshR Desai et al. “Balloon dilatation for male urethral strictures “revisited””. In : *Urology Annals* 5.4 (2013), p. 245. issn : 0974-7796. doi : 10.4103/0974-7796.120296. url : http://dx.doi.org/10.4103/0974-7796.120296.

[93] Grégoire Robert et Nicolas Barry Delongchamps. *Chirurgie urologique. Volume 2 : Voies d’abord et interventions complexes*. French. Paris : Elsevier Masson, 2020. url : https://www.elsevier-masson.fr.

[94] C.F. HEYNS et al. “TREATMENT OF MALE URETHRAL STRICTURES : IS REPEATED DILATION OR INTERNAL URETHROTOMY USEFUL ?” In : *Journal of Urology* 160.2 (août 1998), 356–358. ISSN : 1527-3792. DOI : 10.1016/s0022-5347(01)62894-5. URL : http://dx.doi.org/10.1016/s0022-5347(01)62894-5.

[95] Richard SANTUCCI et Lauren EISENBERG. “Urethrotomy Has a Much Lower Success Rate Than Previously Reported”. In : *Journal of Urology* 183.5 (mai 2010), 1859–1862. ISSN : 1527-3792. DOI : 10.1016/j.juro.2010.01.020. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2010.01.020.

[96] Modou NDIAYE et al. “INTERNAL ENDOSCOPIC URETHROTOMY FOR URETHRAL STRICTURES : EVALUATION OF RESULTS AND INFLUENCING FACTORS”. In : *International Journal of Advanced Research* 8.12 (2020), p. 1100-1104. ISSN : 2320-5407. DOI : 10.21474/IJAR01/12259. URL : http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/12259.

[97] J.W. STEENKAMP, C.F. HEYNS et M.L.S. de KOCK. “Internal Urethrotomy Versus Dilation as Treatment for Male Urethral Strictures : A Prospective, Randomized Comparison”. In : *Journal of Urology* 157.1 (jan. 1997), 98–101. ISSN : 1527-3792. DOI : 10.1016/s0022-5347(01)65296-0. URL : http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5347(01)65296-0.

[98] Osman ERGÜN et al. “A prospective, randomized trial to evaluate the efficacy of clean intermittent catheterization versus triamcinolone ointment and contractubex ointment of catheter following internal urethrotomy : long-term results”. In : *International Urology and Nephrology* 47.6 (avr. 2015), 909–913. ISSN : 1573-2584. DOI : 10.1007/s11255-015-0990-4. URL : http://dx.doi.org/10.1007/s11255-015-0990-4.

[99] Adnan GÜCÜK et al. “The Short-Term Efficacy of Dilatation Therapy Combined with Steroid After Internal Urethrotomy in the Management of Urethral Stenoses”. In : *Journal of Endourology* 24.6 (juin 2010), 1017–1021. ISSN : 1557-900X. DOI : 10.1089/end.2009.0233. URL : http://dx.doi.org/10.1089/end.2009.0233.

[100] Kaile ZHANG et al. “Efficacy and Safety of Local Steroids for Urethra Strictures : A Systematic Review and Meta-Analysis”. In : *Journal of Endourology* 28.8 (août 2014), 962–968. ISSN : 1557-900X. DOI : 10.1089/end.2014.0090. URL : http://dx.doi.org/10.1089/end.2014.0090.

[101] Hamid MAZDAK, Iraj MESHKI et Fatemeh GHASSAMI. “Effect of Mitomycin C on Anterior Urethral Stricture Recurrence after Internal Urethrotomy”. In : *European Urology* 51.4 (avr. 2007), 1089–1092. ISSN : 0302-2838. DOI : 10.1016/j.eururo.2006.11.038. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.eururo.2006.11.038.

[102] Chunru Xu et al. “Efficacy of Mitomycin C Combined with Direct Vision Internal Urethrotomy for Urethral Strictures : A Systematic Review and Meta-Analysis”. In : *Urologia Internationalis* 107.4 (oct. 2021), 344–357. ISSN : 1423-0399. DOI : 10.1159/000518977. URL : http://dx.doi.org/10.1159/000518977.

[103] Mehran Rezaei, Rozhin Badiei et Ronak Badiei. “The effect of platelet-rich plasma injection on post-internal urethrotomy stricture recurrence”. In : *World Journal of Urology* 37.9 (déc. 2018), 1959–1964. ISSN : 1433-8726. DOI : 10.1007/s00345-018-2597-8. URL : http://dx.doi.org/10.1007/s00345-018-2597-8.

[104] *The use of urethral stents for the treatment of urethral strictures - PubMed*. [Online ; accessed 2025-03-03]. URL : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8239553/.

[105] Maxx A. Gallegos et Richard A. Santucci. “Advances in urethral stricture management”. In : *F1000Research* 5 (déc. 2016), p. 2913. ISSN : 2046-1402. DOI : 10.12688/f1000research.9741.1. URL : http://dx.doi.org/10.12688/f1000research.9741.1.

[106] L. Bastien b S. Beydoun c Elsevier Masson B. Boillot a. *Traitement chirurgical des sténoses de l’urètre masculin . em-consulte.com*. https://www.em-consulte.com/article/1026317/traitement-chirurgical-des-stenoses-de-l-uretre-ma. [Accessed 03-03-2025].

[107] Gerald H. Jordan, Ehab A. Eltahawy et Ramón Virasoro. “The Technique of Vessel Sparing Excision and Primary Anastomosis for Proximal Bulbous Urethral Reconstruction”. In : *Journal of Urology* 177.5 (mai 2007), 1799–1802. ISSN : 1527-3792. DOI : 10.1016/j.juro.2007.01.036. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2007.01.036.

[108] Nicolaas Lumen et al. “European Association of Urology Guidelines on Urethral Stricture Disease (Part 1) : Management of Male Urethral Stricture Disease”. In : *European Urology* 80.2 (août 2021), 190–200. ISSN : 0302-2838. DOI : 10.1016/j.eururo.2021.05.022. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.eururo.2021.05.022.

[109] Mathieu Fourel et al. “Treatment of strictures of the male anterior urethra : Bulbar urethra”. In : *The French Journal of Urology* 34.11 (nov. 2024), p. 102714. ISSN : 2950-3930. DOI : 10.1016/j.fjurol.2024.102714. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.fjurol.2024.102714.

[110] Maciej Oszczudlowski et al. “Outcomes of transecting versus non-transecting urethroplasty for bulbar urethral stricture : a meta-analysis”. In : *BJU International* 132.3 (juill. 2023), 252–261. ISSN : 1464-410X. DOI : 10.1111/bju.16108. URL : http://dx.doi.org/10.1111/bju.16108.

[111] Daniela E. Andrich et Anthony R. Mundy. “Non-transecting anastomotic bulbar urethroplasty : a preliminary report”. In : *BJU International* 109.7 (sept. 2011), 1090–1094. issn : 1464-410X. doi : 10.1111/j.1464-410x.2011.10508.x. url : http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-410X.2011.10508.x.

[112] Akio Horiguchi et Masayuki Shinchi. “Substitution Urethroplasty for Bulbar Urethral Strictures”. In : *Textbook of Male Genitourethral Reconstruction*. Springer International Publishing, nov. 2019, 191–208. isbn : 9783030214470. doi : 10.1007/978-3-030-21447-0_16. url : http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-21447-0_16.

[113] Bhavatej Enganti et al. “Double-face Augmentation Urethroplasty for Bulbar Urethral Strictures : Technical Implications and Short-term Outcomes for a Dorsal Versus Ventral Approach”. In : *European Urology Open Science* 26 (avr. 2021), 10–13. issn : 2666-1683. doi : 10.1016/j.euros.2021.01.008. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.euros.2021.01.008.

[114] Rachel Barratt et al. “Free Graft Augmentation Urethroplasty for Bulbar Urethral Strictures : Which Technique Is Best ? A Systematic Review”. In : *European Urology* 80.1 (juill. 2021), 57–68. issn : 0302-2838. doi : 10.1016/j.eururo.2021.03.026. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.eururo.2021.03.026.

[115] Guido Barbagli et al. “Ventral onlay oral mucosal graft bulbar urethroplasty”. In : *BJU International* 108.7 (sept. 2011), 1218–1231. issn : 1464-410X. doi : 10.1111/j.1464-410x.2011.10625.x. url : http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-410X.2011.10625.x.

[116] Guido Barbagli et al. “Dorsal onlay oral mucosal graft bulbar urethroplasty”. In : *BJU International* 109.11 (mai 2012), 1728–1741. issn : 1464-410X. doi : 10.1111/j.1464-410x.2012.11006.x. url : http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-410X.2012.11006.x.

[117] Robert Abouassaly et Kenneth W. Angermeier. “Augmented Anastomotic Urethroplasty”. In : *Journal of Urology* 177.6 (juin 2007), 2211–2216. issn : 1527-3792. doi : 10.1016/j.juro.2007.01.140. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2007.01.140.

[118] Elaine J. Redmond, Dylan T. Hoare et Keith F. Rourke. “Augmented Anastomotic Urethroplasty is Independently Associated with Failure after Reconstruction for Long Bulbar Urethral Strictures”. In : *Journal of Urology* 204.5 (nov. 2020), 989–995. issn : 1527-3792. doi : 10.1097/ju.0000000000001177. url : http://dx.doi.org/10.1097/JU.0000000000001177.

[119] Phillip Marks et al. “Mucomucosal anastomotic non-transecting augmentation (MANTA) urethroplasty : a ventral modification for obliterative strictures”. In : *BJU International* 132.4 (juill. 2023), 444–451. issn : 1464-410X. doi : 10.1111/bju.16112. url : http://dx.doi.org/10.1111/bju.16112.

[120] Guido Barbagli et al. “Treatments of 1242 bulbar urethral strictures : multivariable statistical analysis of results”. In : *World Journal of Urology* 37.6 (sept. 2018), 1165–1171. issn : 1433-8726. doi : 10.1007/s00345-018-2481-6. url : http://dx.doi.org/10.1007/s00345-018-2481-6.

[121] B Johanson. “The reconstruction in stenosis of the male urethra”. In : *Z. Urol.* 46.6 (1953), p. 361-375.

[122] ASEEM R. SHUKLA, RAKESH P. PATEL et DOUGLAS A. CANNING. “THE 2-STAGE HYPOSPADIAS REPAIR. IS IT A MISNOMER ?” In : *Journal of Urology* 172.4 Part 2 (oct. 2004), 1714–1716. issn : 1527-3792. doi : 10.1097/01.ju.0000138926.26530.f9. url : http://dx.doi.org/10.1097/01.ju.0000138926.26530.f9.

[123] Spencer I. Kozinn et al. “Management of Complex Anterior Urethral Strictures With Multistage Buccal Mucosa Graft Reconstruction”. In : *Urology* 82.3 (sept. 2013), 718–723. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2013.03.081. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2013.03.081.

[124] A. BRACKA. “Hypospadias repair : the two-stage alternative”. In : *British Journal of Urology* 76.6 (déc. 1995), 31–41. issn : 0007-1331. doi : 10.1111/j.1464-410x.1995.tb07815.x. url : http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-410x.1995.tb07815.x.

[125] D. Pfalzgraf et al. “Two-Staged Urethroplasty : Buccal Mucosa and Mesh Graft Techniques”. In : *Aktuelle Urologie* 41.S 01 (jan. 2010), S5–S9. issn : 1438-8820. doi : 10.1055/s-0029-1224664. url : http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1224664.

[126] Guido Barbagli et al. “Clinical Outcome and Quality of Life Assessment in Patients Treated With Perineal Urethrostomy for Anterior Urethral Stricture Disease”. In : *Journal of Urology* 182.2 (août 2009), 548–557. issn : 1527-3792. doi : 10.1016/j.juro.2009.04.012. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2009.04.012.

[127] *Transverse preputial island flap technique for repair of severe hypospadias - PubMed.* [Online ; accessed 2025-03-06]. url : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7404875/.

[128] Ahmad Orandi. “One-Stage Urethroplasty : 4-Year Followup”. In : *Journal of Urology* 107.6 (juin 1972), 977–980. issn : 1527-3792. doi : 10.1016/s0022-5347(17)61187-x. url : http://dx.doi.org/10.1016/s0022-5347(17)61187-x.

[129] Sava Perović et Vojkan Vukadinović. “Onlay Island Flap Urethroplasty for Severe Hypospadias : A Variant of the Technique”. In : *Journal of Urology* 151.3 (mars 1994), 711–714. issn : 1527-3792. doi : 10.1016/s0022-5347(17)35067-x. url : http://dx.doi.org/10.1016/s0022-5347(17)35067-x.

[130] J. P. BLANDY et MANMEET SINGH. “The Technique and Results of One-stage Island Patch Urethroplasty”. In : *British Journal of Urology* 47.1 (fév. 1975), 83–87. ISSN : 0007-1331. DOI : 10.1111/j.1464-410x.1975.tb03922.x. URL : http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-410x.1975.tb03922.x.

[131] Andrew WANG et al. “Lingual versus buccal mucosal graft for augmentation urethroplasty : a meta-analysis of surgical outcomes and patient-reported donor site morbidity”. In : *International Urology and Nephrology* 53.5 (jan. 2021), 907–918. ISSN : 1573-2584. DOI : 10.1007/s11255-020-02720-7. URL : http://dx.doi.org/10.1007/s11255-020-02720-7.

[132] N. LUMEN, W. OOSTERLINCK et P. HOEBEKE. “Urethral Reconstruction Using Buccal Mucosa or Penile Skin Grafts : Systematic Review and Meta-Analysis”. In : *Urologia Internationalis* 89.4 (2012), 387–394. ISSN : 1423-0399. DOI : 10.1159/000341138. URL : http://dx.doi.org/10.1159/000341138.

[133] Bradley A. ERICKSON et George M. GHAREEB. “Definition of Successful Treatment and Optimal Follow-up after Urethral Reconstruction for Urethral Stricture Disease”. In : *Urologic Clinics of North America* 44.1 (fév. 2017), 1–9. ISSN : 0094-0143. DOI : 10.1016/j.ucl.2016.08.001. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.ucl.2016.08.001.

[134] Michael J. BELSANTE et al. “Cost-Effectiveness of Risk Stratified Followup after Urethral Reconstruction : A Decision Analysis”. In : *Journal of Urology* 190.4 (oct. 2013), 1292–1297. ISSN : 1527-3792. DOI : 10.1016/j.juro.2013.04.024. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2013.04.024.

[135] *Repeat Urethroplasty After Failed Urethral Reconstruction : Outcome Analysis of 130 Patients - PMC*. [Online; accessed 2025-03-07]. URL : https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3565597/.

[136] Bradley A. ERICKSON et al. “Multi-institutional 1-Year Bulbar Urethroplasty Outcomes Using a Standardized Prospective Cystoscopic Follow-up Protocol”. In : *Urology* 84.1 (juill. 2014), 213–217. ISSN : 0090-4295. DOI : 10.1016/j.urology.2014.01.054. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2014.01.054.

[137] Laura A. BERTRAND et al. “Measuring and Predicting Patient Dissatisfaction after Anterior Urethroplasty Using Patient Reported Outcomes Measures”. In : *Journal of Urology* 196.2 (août 2016), 453–461. ISSN : 1527-3792. DOI : 10.1016/j.juro.2016.01.117. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2016.01.117.

[138] Thomas M KESSLER et al. “Patient satisfaction with the outcome of surgery for urethral stricture”. en. In : *J. Urol.* 167.6 (juin 2002), p. 2507-2511.

[139] Guido Barbagli et al. “Prediction of Early and Late Complications after Oral Mucosal Graft Harvesting : Multivariable Analysis from a Cohort of 553 Consecutive Patients”. In : *Journal of Urology* 191.3 (mars 2014), 688–693. issn : 1527-3792. doi : 10.1016/j.juro.2013.09.006. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2013.09.006.

[140] Jan Fichtner et al. “Long-term outcome of ventral buccal mucosa onlay graft urethroplasty for urethral stricture repair”. In : *Urology* 64.4 (oct. 2004), 648–650. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2004.05.011. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2004.05.011.

[141] Girish K. Sharma et al. “Dorsal onlay lingual mucosal graft urethroplasty for urethral strictures in women”. In : *BJU International* 105.9 (avr. 2010), 1309–1312. issn : 1464-410X. doi : 10.1111/j.1464-410x.2009.08951.x. url : http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-410X.2009.08951.x.

[142] Chao Feng et al. “The Relationship Between Erectile Dysfunction and Open Urethroplasty : A Systematic Review and Meta-Analysis”. In : *The Journal of Sexual Medicine* 10.8 (août 2013), 2060–2068. issn : 1743-6095. doi : 10.1111/jsm.12181. url : http://dx.doi.org/10.1111/jsm.12181.

[143] Thomas L. Jang et al. “Comparison of donor site intraoral morbidity after mucosal graft harvesting for urethral reconstruction”. In : *Urology* 66.4 (oct. 2005), 716–720. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2005.04.045. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2005.04.045.

[144] Michael R. Markiewicz et al. “Morbidity Associated With Oral Mucosa Harvest for Urological Reconstruction : An Overview”. In : *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 66.4 (avr. 2008), 739–744. issn : 0278-2391. doi : 10.1016/j.joms.2007.11.023. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2007.11.023.

[145] Lindsay A. Hampson et al. “Multicenter Analysis of Urinary Urgency and Urge Incontinence in Patients with Anterior Urethral Stricture Disease before and after Urethroplasty”. In : *Journal of Urology* 196.6 (déc. 2016), 1700–1705. issn : 1527-3792. doi : 10.1016/j.juro.2016.08.015. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2016.08.015.

[146] Prem Nath Dogra et al. “Sexual Dysfunction After Urethroplasty”. In : *Urologic Clinics of North America* 44.1 (fév. 2017), 49–56. issn : 0094-0143. doi : 10.1016/j.ucl.2016.08.013. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.ucl.2016.08.013.

[147] Jennifer T. Anger et al. “Trends in stricture management among male Medicare beneficiaries : Underuse of urethroplasty ?” In : *BMC Urology* 10 (2010), p. 19. doi : 10.1186/1471-2490-10-19.

[148] Łukasz Białek et al. “Is urethral stricture really so often idiopathic ? Analysis of etiology in a large contemporary cohort”. In : *Central European Journal of Urology* 76.2 (2024), p. 153-160. doi : 10.5173/ceju.2024.0406.

[149] Guido Barbagli et al. “Failed Hypospadias Repair Presenting in Adults”. In : *European Urology* 49.5 (mai 2006), 887–895. issn : 0302-2838. doi : 10.1016/j.eururo.2006.01.027. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.eururo.2006.01.027.

[150] D.E. ANDRICH, T.J. GREENWELL et A.R. MUNDY. “The Problems of Penile Urethroplasty with Particular Reference to 2-Stage Reconstructions”. In : *Journal of Urology* 170.1 (juill. 2003), 87–89. issn : 1527-3792. doi : 10.1097/01.ju.0000069721.20193.fd. url : http://dx.doi.org/10.1097/01.ju.0000069721.20193.fd.

[151] Yu-Hua Shau et al. “Management of complex urethral stricture disease : Algorithm and experience from a single institute”. In : *Urological Science* 26.3 (sept. 2015), 210–213. issn : 1879-5226. doi : 10.1016/j.urols.2015.06.291. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urols.2015.06.291.

[152] Steven J. Hudak et al. “Single-stage reconstruction of complex anterior urethral strictures using overlapping dorsal and ventral buccal mucosal grafts”. In : *BJU International* 110.4 (déc. 2011), 592–596. issn : 1464-410X. doi : 10.1111/j.1464-410x.2011.10787.x. url : http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-410X.2011.10787.x.

[153] PankajM Joshi et al. “A novel composite two-stage urethroplasty for complex penile strictures : A multicenter experience”. In : *Indian Journal of Urology* 33.2 (2017), p. 155. issn : 0970-1591. doi : 10.4103/0970-1591.203426. url : http://dx.doi.org/10.4103/0970-1591.203426.

[154] G.A. Favre et al. “Safety and efficacy of urethroplasty based on age groups”. In : *Actas Urológicas Españolas (English Edition)* 45.8 (oct. 2021), 557–563. issn : 2173-5786. doi : 10.1016/j.acuroe.2021.07.004. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.acuroe.2021.07.004.

[155] Mya Levy et al. “The Impact of Age on Urethroplasty Success”. In : *Urology* 107 (sept. 2017), 232–238. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2017.03.066. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2017.03.066.

[156] Rigoberto Pallares-Méndez et al. “Risk factors associated with urethral stricture recurrence after end-to-end urethroplasty and buccal mucosal graft urethroplasty”. In : *Urologia Journal* 89.2 (avr. 2021), 268–273. issn : 1724-6075. doi : 10.1177/0391560321100873 9. url : http://dx.doi.org/10.1177/03915603211008739.

[157] H. E. Kay et al. “Preoperative and intraoperative factors predictive of complications and stricture recurrence following multiple urethroplasty techniques”. In : *BJUI Compass* 2.4 (mars 2021), 286–291. ISSN : 2688-4526. DOI : 10.1002/bco2.83. URL : http://dx.doi.org/10.1002/bco2.83.

[158] Benjamin N. Breyer et al. “Effect of Obesity on Urethroplasty Outcome”. In : *Urology* 73.6 (juin 2009), 1352–1355. ISSN : 0090-4295. DOI : 10.1016/j.urology.2008.12.073. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2008.12.073.

[159] David Chapman, Adam Kinnaird et Keith Rourke. “Independent Predictors of Stricture Recurrence Following Urethroplasty for Isolated Bulbar Urethral Strictures”. In : *Journal of Urology* 198.5 (nov. 2017), 1107–1112. ISSN : 1527-3792. DOI : 10.1016/j.juro.2017.05.006. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2017.05.006.

[160] Osama Shalkamy et al. “Factors Predicting Urethral Stricture Recurrence after Dorsal Onlay Augmented, Buccal Mucosal Graft Urethroplasty”. In : *Urologia Internationalis* 105.3–4 (déc. 2020), 269–277. ISSN : 1423-0399. DOI : 10.1159/000512065. URL : http://dx.doi.org/10.1159/000512065.

[161] J. Patrick Mershon et al. “Early Post-Operative Events After Urethroplasty in Obese Patients : A Multi-Institutional Retrospective Series”. In : *Urology* 190 (août 2024), 125–131. ISSN : 0090-4295. DOI : 10.1016/j.urology.2024.05.003. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2024.05.003.

[162] Jordan Alger et al. “Larger patients shouldn’t have fewer options : urethroplasty is safe in the obese”. In : *International braz j urol* 46.6 (déc. 2020), 962–970. ISSN : 1677-5538. DOI : 10.1590/s1677-5538.ibju.2019.0511. URL : http://dx.doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2019.0511.

[163] Sarah D. Blaschko et al. “Trends, Utilization, and Immediate Perioperative Complications of Urethroplasty in the United States : Data From the National Inpatient Sample 2000-2010”. In : *Urology* 85.5 (mai 2015), 1190–1194. ISSN : 0090-4295. DOI : 10.1016/j.urology.2015.01.008. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2015.01.008.

[164] Christian P. Meyer et al. “Impact of Cardiovascular and Metabolic Risk Factors on Stricture Recurrence After Anterior One-stage Buccal Mucosal Graft Urethroplasty”. In : *Urology* 146 (déc. 2020), 253–259. ISSN : 0090-4295. DOI : 10.1016/j.urology.2020.07.073. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2020.07.073.

[165] STAD DATING. “Oxford Handbook of Urology”. In : *Ann R Coll Surg Engl* 93 (2011), p. 176-180.

[166] L. Stothers et al. “The burden of bladder outlet obstruction in men in rural Uganda”. In : *International Journal of Epidemiology* (jan. 2017), dyw285. issn : 1464-3685. doi : 10.1093/ije/dyw285. url : http://dx.doi.org/10.1093/ije/dyw285.

[167] Irekpita Eshiobo et Udefiagbon Ernest. “A Review of the epidemiology and management of urethral stricture disease in Sub-Saharan Africa”. In : *Current Medical Issues* 17.4 (2019), p. 118. issn : 0973-4651. doi : 10.4103/cmi.cmi_37_19. url : http://dx.doi.org/10.4103/cmi.cmi_37_19.

[168] EL Mugalo, SO Bwombwongo et PO Ayuo. “Aetiology of urethral strictures at Moi Teaching and Refferal Hospital”. In : *Annals of African Surgery* 10.1 (2013).

[169] C.F. Heyns et al. “Etiology of male urethral strictures-Evaluation of temporal changes at a single center, and review of the literature”. In : *African Journal of Urology* 18.1 (mars 2012), 4–9. issn : 1110-5704. doi : 10.1016/j.afju.2012.04.009. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.afju.2012.04.009.

[170] Stephen R. Payne et Mumba Chalwe. “Understanding the needs of low-income countries : how urologists can help”. In : *BJU International* 129.1 (nov. 2021), 9–16. issn : 1464-410X. doi : 10.1111/bju.15628. url : http://dx.doi.org/10.1111/bju.15628.

[171] Steven J. Hudak, Timothy H. Atkinson et Allen F. Morey. “Repeat Transurethral Manipulation of Bulbar Urethral Strictures is Associated With Increased Stricture Complexity and Prolonged Disease Duration”. In : *Journal of Urology* 187.5 (mai 2012), 1691–1695. issn : 1527-3792. doi : 10.1016/j.juro.2011.12.074. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2011.12.074.

[172] ChidiK Oranusi, AME Nwofor et JC Orakwe. “Urethroplasty practices among reconstructive urologists in Nigeria”. In : *Nigerian Journal of Surgery* 21.2 (2015), p. 146. issn : 1117-6806. doi : 10.4103/1117-6806.162582. url : http://dx.doi.org/10.4103/1117-6806.162582.

[173] Cristina Ballesteros Ruiz et al. “Dorsal approach for double-face bulbar urethroplasty : ventral inlay plus dorsal onlay using Kulkarni one-side dissection”. In : *International Urology and Nephrology* 54.5 (mars 2022), 1039–1045. issn : 1573-2584. doi : 10.1007/s11255-022-03158-9. url : http://dx.doi.org/10.1007/s11255-022-03158-9.

[174] Bhupendra P. Singh et al. “Impact of Prior Urethral Manipulation on Outcome of Anastomotic Urethroplasty for Post-traumatic Urethral Stricture”. In : *Urology* 75.1 (jan. 2010), 179–182. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2009.06.081. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2009.06.081.

[175] Thibaut Culty et Laurent Boccon-Gibod. “Anastomotic Urethroplasty for Post-traumatic Urethral Stricture : Previous Urethral Manipulation Has a Negative Impact on the Final Outcome”. In : *Journal of Urology* 177.4 (avr. 2007), 1374–1377. issn : 1527-3792. doi : 10.1016/j.juro.2006.11.092. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2006.11.092.

[176] Vladimir Kojovic, Miroslav L Djordjevic et Aleksandar Vuksanovic. “Single-stage repair of obliterated anterior urethral strictures using buccal mucosa graft and dorsal penile skin flap”. In : *International Journal of Urology* 26.1 (oct. 2018), 90–95. issn : 1442-2042. doi : 10.1111/iju.13816. url : http://dx.doi.org/10.1111/iju.13816.

[177] Jing-Dong Xue et al. “Single-Staged Improved Tubularized Preputial/Penile Skin Flap Urethroplasty for Obliterated Anterior Urethral Stricture : Long-Term Results”. In : *Urologia Internationalis* 96.2 (2016), 231–237. issn : 1423-0399. doi : 10.1159/000442994. url : http://dx.doi.org/10.1159/000442994.

[178] Andrew C. Peterson et al. “Heroic measures may not always be justified in extensive urethral stricture due to lichen sclerosus (balanitis xerotica obliterans)”. In : *Urology* 64.3 (sept. 2004), 565–568. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2004.04.035. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2004.04.035.

[179] Idorenyin Cletus Akpayak et al. “Dorsal onlay buccal mucosa graft urethroplasty for bulbar urethral stricture : a single centre experience”. In : *Pan African Medical Journal* 36 (2020). issn : 1937-8688. doi : 10.11604/pamj.2020.36.305.21398. url : http://dx.doi.org/10.11604/pamj.2020.36.305.21398.

[180] B. Fall et al. “Urethroplasty for male urethral strictures : Experience from a national teaching hospital in Senegal”. In : *African Journal of Urology* 20.2 (juin 2014), 76–81. issn : 1110-5704. doi : 10.1016/j.afju.2014.02.003. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.afju.2014.02.003.

[181] Bhavatej Enganti et al. “Double-face augmentation urethroplasty for bulbar urethral strictures : Analysis of short-term outcomes”. In : *Türk Üroloji Dergisi/Turkish Journal of Urology* 46.5 (sept. 2020), 383–387. issn : 2149-3057. doi : 10.5152/tud.2020.20106. url : http://dx.doi.org/10.5152/tud.2020.20106.

[182] Sami Mahjoub Taha Awad et al. “Buccal mucosal graft urethroplasty for anterior urethral stricture, experience from a low-income country”. In : *BMC Urology* 21.1 (déc. 2021). issn : 1471-2490. doi : 10.1186/s12894-021-00918-0. url : http://dx.doi.org/10.1186/s12894-021-00918-0.

[183] Jordan Foreman, Andrew Peterson et Kevin Krughoff. “Buccal mucosa for use in urethral reconstruction : evolution of use over the last 30 years”. In : *Frontiers in Urology* 3 (mai 2023). issn : 2673-9828. doi : 10.3389/fruro.2023.1138707. url : http://dx.doi.org/10.3389/fruro.2023.1138707.

[184] F M Claassen et al. “Outcome determinants of urethroplasty in the management of inflammatory anterior urethral strictures”. In : *South African Medical Journal* 109.12 (nov. 2019), p. 947. issn : 0256-9574. doi : 10.7196/samj.2019.v109i12.14003. url : http://dx.doi.org/10.7196/SAMJ.2019.v109i12.14003.

[185] Shanmugasundaram Rajaian et al. “Non Transecting Dorsal Onlay and Ventral Inlay Buccal Mucosal Substitution Urethroplasty for Obliterative Bulbar Urethral Strictures”. In : *Urologia Internationalis* 103.4 (2019), 454–458. issn : 1423-0399. doi : 10.1159/000503263. url : http://dx.doi.org/10.1159/000503263.

[186] Phil Bach et Keith Rourke. “Independently Interpreted Retrograde Urethrography Does Not Accurately Diagnose and Stage Anterior Urethral Stricture : The Importance of Urologist-performed Urethrography”. In : *Urology* 83.5 (mai 2014), 1190–1194. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2013.12.063. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2013.12.063.

[187] Catherine Robey et al. “Inter-rater reliability of retrograde urethrograms”. In : *World Journal of Urology* 41.4 (fév. 2023), 1163–1167. issn : 1433-8726. doi : 10.1007/s00345-023-04323-0. url : http://dx.doi.org/10.1007/s00345-023-04323-0.

[188] Mohamed M. Hussein et al. “The Use of Penile Skin Graft Versus Penile Skin Flap in the Repair of Long Bulbo-penile Urethral Stricture : A Prospective Randomized Study”. In : *Urology* 77.5 (mai 2011), 1232–1237. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2010.08.064. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2010.08.064.

[189] Kamyar Tavakkoli Tabassi et Alireza Ghoreifi. “Dorsally Placed Buccal Mucosal Graft Urethroplasty in Treatment of Long Urethral Strictures Using One-Stage Transperineal Approach”. In : *International Scholarly Research Notices* 2014 (juill. 2014), 1–6. issn : 2356-7872. doi : 10.1155/2014/792982. url : http://dx.doi.org/10.1155/2014/792982.

[190] Raj K Mathur et Adittya Sharma. “Tunica albuginea urethroplasty for panurethral strictures”. en. In : *Urol. J.* 7.2 (juin 2010), p. 120-124.

[191] Joel Gelman et Jordan A. Siegel. “Ventral and Dorsal Buccal Grafting for 1-Stage Repair of Complex Anterior Urethral Strictures”. In : *Urology* 83.6 (juin 2014), 1418–1422. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2014.01.024. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2014.01.024.

[192] Sharad Chauhan, SherSingh Yadav et Vinay Tomar. “Outcome of buccal mucosa and lingual mucosa graft urethroplasty in the management of urethral strictures : A comparative study”. In : *Urology Annals* 8.1 (2016), p. 36. issn : 0974-7796. doi : 10.4103/0974-7796.165715. url : http://dx.doi.org/10.4103/0974-7796.165715.

[193] In : *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan* 34.11 (nov. 2024), 1343–1346. issn : 1681-7168. doi : 10.29271/jcpsp.2024.11.1343. url : http://dx.doi.org/10.29271/jcpsp.2024.11.1343.

[194] *Reconstructive Urology | Neurogenic Bladder | TURNS | Turns.* [Online ; accessed 2025-10-26]. url : https://www.turnsresearch.org/.

[195] Sarah F. Faris et al. “Assessment of the Male Urethral Reconstruction Learning Curve”. In : *Urology* 89 (mars 2016), 137–143. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2015.11.038. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2015.11.038.

[196] Marie-Pier Deschênes-Rompré et al. “Learning curve for TIP urethroplasty : A single-surgeon experience”. In : *Canadian Urological Association Journal* 7.11–12 (déc. 2013), p. 789. issn : 1920-1214. doi : 10.5489/cuaj.1376. url : http://dx.doi.org/10.5489/cuaj.1376.

[197] Kunjie Wang et al. “Dorsal Onlay versus Ventral Onlay Urethroplasty for Anterior Urethral Stricture : A Meta-Analysis”. In : *Urologia Internationalis* 83.3 (2009), 342–348. issn : 1423-0399. doi : 10.1159/000241680. url : http://dx.doi.org/10.1159/000241680.

[198] Michael R. Markiewicz et al. “The Oral Mucosa Graft : A Systematic Review”. In : *Journal of Urology* 178.2 (août 2007), 387–394. issn : 1527-3792. doi : 10.1016/j.juro.2007.03.094. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2007.03.094.

[199] Guido Barbagli et al. “Morbidity of Oral Mucosa Graft Harvesting from a Single Cheek”. In : *European Urology* 58.1 (juill. 2010), 33–41. issn : 0302-2838. doi : 10.1016/j.eururo.2010.01.012. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.eururo.2010.01.012.

[200] G. Barbagli et al. “How to harvest buccal mucosa from the cheek”. In : *African Journal of Urology* 22.1 (mars 2016), 18–23. issn : 1110-5704. doi : 10.1016/j.afju.2015.09.001. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.afju.2015.09.001.

[201] Apul Goel et al. “Harvesting Buccal Mucosa Graft Under Local Infiltration Analgesia—Mitigating Need for General Anesthesia”. In : *Urology* 72.3 (sept. 2008), 675–676. issn : 0090-4295. doi : 10.1016/j.urology.2008.04.047. url : http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2008.04.047.

[202] AbdulwahabAkanbi Ajape et al. “Autologous buccal mucosa harvest under local anesthesia : Feasibility, safety, and acceptance for substitution urethroplasty”. In : *Urology Annals* 11.3 (2019), p. 298. ISSN : 0974-7796. DOI : 10.4103/ua.ua_94_18. URL : http://dx.doi.org/10.4103/UA.UA_94_18.

[203] İbrahim Halil Bozkurt et al. “Comparison of uni-and bilateral buccal mucosal harvesting in terms of oral morbidity”. In : *Türk Üroloji Dergisi/Turkish Journal of Urology* 39.1 (août 2013), 43–47. ISSN : 1308-4631. DOI : 10.5152/tud.2013.009. URL : http://dx.doi.org/10.5152/tud.2013.009.

[204] S. Farahzadi et al. “New measurement method for long-term oral complications after harvesting buccal mucosa grafts for urethroplasty”. In : *Head & Face Medicine* 21.1 (juill. 2025). ISSN : 1746-160X. DOI : 10.1186/s13005-025-00526-5. URL : http://dx.doi.org/10.1186/s13005-025-00526-5.

[205] Zaki M. El Dahshoury. “Modified annular penile skin flap for repair of pan-anterior urethral stricture”. In : *International Urology and Nephrology* 41.4 (fév. 2009), 889–894. ISSN : 1573-2584. DOI : 10.1007/s11255-009-9529-x. URL : http://dx.doi.org/10.1007/s11255-009-9529-x.

[206] Mohamed M. Hussein et al. “Urethroplasty for treatment of long anterior urethral stricture : buccal mucosa graft versus penile skin graft—does the stricture length matter ?” In : *International Urology and Nephrology* 48.11 (juill. 2016), 1831–1835. ISSN : 1573-2584. DOI : 10.1007/s11255-016-1366-0. URL : http://dx.doi.org/10.1007/s11255-016-1366-0.

[207] Gamal A. Alsagheer et al. “Management of long segment anterior urethral stricture using buccal mucosal (BM) graft and penile skin (PS) flap : outcome and predictors of failure”. In : *International braz j urol* 44.1 (fév. 2018), 163–171. ISSN : 1677-6119. DOI : 10.1590/s1677-5538.ibju.2017.0083. URL : http://dx.doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2017.0083.

[208] A.A. Benmessaoud et al. “Fracture de la verge : chirurgie d’apparence simple aux conséquences parfois complexes”. In : *Progrès en Urologie - FMC* 35.7 (nov. 2025), S147–S148. ISSN : 1761-676X. DOI : 10.1016/j.fpurol.2025.07.221. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.fpurol.2025.07.221.

[209] A.A. Benmessaoud et al. “Urétroplastie d’agrandissement avec greffe de muqueuse buccale suite à un traumatisme”. In : *Progrès en Urologie - FMC* 34.7 (nov. 2024), S145–S146. ISSN : 1761-676X. DOI : 10.1016/j.fpurol.2024.08.031. URL : http://dx.doi.org/10.1016/j.fpurol.2024.08.031.