



LA PROSTATECTOMIE RADICALE ROBOT ASSISTEE : TECHNIQUE, RESULTATS AVEC REVUE DE LA LITTERATURE

Mémoire présenté par

Docteur CHEIKH Mohammed

Né le 08/07/1993

POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE SPÉCIALITÉ EN MÉDECINE

Option : UROLOGIE

Sous la direction du Professeur : AHSAINI Mustapha

Dr. MUSTAPHA AHSAINI
Chirurgien Urologue
Professeur Agrégé en Urologie
CHU Hassan II - FES

Session Juin 2025

Dr. EL FASSI Med Jamal
Chirurgien Urologue
Professeur Agrégé

PLAN

PLAN	2
LISTE DES ABREVIATIONS	6
LISTE DES FIGURES	8
LISTE DES TABLEAUX	13
INTRODUCTION	14
RAPPELS	17
I. EMBRYOLOGIE, HISTOLOGIE ET PHYSIOLOGIE DE LA PROSTATE	18
A. Embryologie de la prostate	18
B. Histologie et physiologie de la prostate	20
1. L'épithélium prostatique	20
2. Le stroma prostatique	21
3. Les mécanismes de régulation hormonale de la prostate	22
II. LA PHYSIOPATHOLOGIE DU CANCER DE LA PROSTATE	25
III. HISTOIRE NATURELLE DU CANCER DE LA PROSTATE	25
1. Une phase de cancer occulte	26
2. Extension locale	27
3. Extension ganglionnaire	27
4. Extension hématogène	27
IV. ANATOMIE	29
A. Anatomie descriptive	30
1. Situation	30
2. Moyens de fixité	31
3. Morphologies et configuration externe	32
4. Configuration interne	33
B. Anatomie zonale	35
C. Rapports	36
1. À l'Intérieur de la loge prostatique	36
2. À l'extérieur de la loge prostatique	36
D. Vascularisation et innervation de la prostate	38
1. Vascularisation artérielle	38
2. Drainage veineux	38

3. Drainage lymphatique	39
4. Innervation	40
E. Anatomie chirurgicale des fascias de la prostate	41
V. LA PLACE DE LA CHIRURGIE DANS LE CANCER DE LA PROSTATE	43
DIFFÉRENTES COMPOSANTES DU ROBOT ET INSTRUMENTATIONS	47
A. Différentes composantes du robot DAVINCI.....	57
B. Instrumentations	70
LA TECHNIQUE DE LA PROSTATECTOMIE RADICALE ROBOT ASSISTÉE.....	86
I. HISTORIQUE	88
II. APPLICATIONS CLINIQUES	95
III. FORMATION PRECLINIQUE A LA CHIRURGIE ROBOTISEE	96
IV. LE ROLE DE L'IBODE EN CHIRURGIE ROBOTIQUE UROLOGIQUE.....	98
A. IBODE : Infirmier de bloc opératoire diplômé d'état.....	98
B. L'IBODE Circulant(e)	99
C. Instrumentiste	100
D. Aide opératoire	101
V. INSTALLATION DU PATIENT	102
VI. MISE EN PLACE DES TROCARTS ET AMARRAGE DU ROBOT	103
VII. TECHNIQUE CHIRURGICALE.....	106
A. Technique chirurgicale intra péritonéal en 11 temps opératoires :.....	106
1. Décollement de vessie et préparation du pelvis	106
2. Incision des fascias endopelviers	108
3. Ligature du plexus de Santorini, point de suspension urétrale et point de suspension vésicale	109
4. Dissection antérieure du col vésical	111
5. Dissection postérieure du col vésical	112
6. Dissection vésiculodéférentielle	113
7. Plan recto-prostatique	115
8. Dissection des bandelettes neurovasculaires	116
9. Apex et urètre	118

10. Reconstruction postérieure de Rocco	119
11. Anastomose urétrovésicale	119
B. Technique chirurgicale extra péritonéal	119
VIII. PARTICULARITES DU ROLE DE L'INSTRUMENTISTE.....	127
DISCUSSION	130
I. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE ROBOT	131
A. Avantages	131
B. Inconvénients	133
II. CHIRURGIE CARCINOLOGIQUE UROLOGIQUE ROBOTIQUE VS. OUVERTE	134
III. COMPLICATIONS PERI ET POSTOPERATOIRES	136
CONCLUSION	150
RÉSUMÉS	153
BIBLIOGRAPHIE.....	160

LISTE DES ABREVIATIONS

AEG	: Altération de l'état Général
AESOP	: Automated Endoscopic System for Optimal Positioning (Computer Motion puis Intuitive Surgical)
AFS	: antérieur fibro musculaire stroma.
ATFP	: Arcade tendineuse du fascia pelvien .
BNV	: bandelettes neurovasculaires
C	: capsule.
CAM	: Molécule d'adhésion cellulaire
CaP	: Cancer de la Prostate
CPmRC	: Cancer de la prostate métastatique résistant à la castration
CPRC	: Cancer de la prostate résistant à la castration
DA	: detrusor apron.
DVC	: dorsal vasculaire complexe .
FP	: fascia prostatique .
FPP	: fascia pelvien pariétal
IGF	: Insuline growth factor
LAP	: laparoscopique
LH–RH	: Luteinizing hormone– releasing hormone
MEA	: muscle élévateur de l'anus
MEC	: Matrice extra–cellulaire
PR	: Prostatectomie Radicale
PSA	: Prostate specific antigen
PSADT	: Temps de doublement du PSA
PSAV	: Vitesse du PSA

PT	: Prostatectomie Totale
RALP	: La prostatectomie radicale par laparoscopie robot- assistée
RO	: Robot assistée
RP	: Rétropubienne
RR	: Risque relatif
RTUP	: Résection transurétrale de la prostate
SRV	: septum rectovésical
TR	: Toucher rectal
TZ	: zone de transition
UV	: Ultraviolet
ZFA	: zone fibromusculaire antérieure
ZP	: zone périphérique

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Coupe frontale au niveau des voies génitales masculines montrant le développement et la différenciation des glandes sexuelles accessoires.	19
Figure 2. Composition cellulaire de la prostate normale	20
Figure 3. Axe hypothalamo–hypophysaire gonadique (Gilles Furelaud, Bernard Calvino, Cybernétique et physiologie).....	24
Figure 4. Acteurs moléculaires impliqués dans le processus métastatique osseux du CaP. Adapté de (Roodman GD, et al, 2004 – Morrissey C, Vessella RL, 2007).....	28
Figure 5. Coupe sagittale de profil de l'appareil reproducteur de l'homme (13)	29
Figure 6. Coupe anatomique sagittale médiane du pelvis chez l'homme (14)	30
Figure 7. Coupe longitudinale ; montrant les moyens de fixité de la prostate	31
Figure 8. Morphologie de la prostate d'après Netter	32
Figure 9. Configuration externe et interne de la prostate	34
Figure 10. Anatomie zonale de la prostate selon Mc Neal	35
Figure 11. Rapports anatomiques de la prostate (Atlas d'anatomie humaine : Planche 358)	37
Figure 12. Vascularisation artérielle de la prostate (Atlas d'Anatomie Humaine : Planche 374)	38
Figure 13. Vaisseaux et nœuds lymphatiques pelviens et des organes génitaux chez l'homme. (Atlas d'Anatomie Humaine : Planche 375)	39
Figure 14. Représentation schématique du trajet des nerfs issus du plexus	40
Figure 15. Coupe axiale de la prostate et du fascia péri prostatique au niveau du milieu de la prostate..	41
Figure 16. Coupes transversales de la prostate. A et B. Coupes transversale d'une prostate, avec marquage immuno–histochimique de l'actine. C. Schéma récapitulatif.....	42
Figure 17. Système chirurgical robotisé Zeus.....	50

Figure 18 : .Console du chirurgien pour Micro Hand S. La console du chirurgien se compose des éléments : (1) dispositif d'affichage des images, (2) bras maître gauche, (3) bras maître droit, (4/7) colonne de support, (5) accoudoir, et (6) système de commande.	51
Figure 19. Console du patient pour Micro Hand S. La console du patient se compose des éléments suivants : (1) bras de suspension, (2) colonne de levage, (3) bras esclave, (4) système de commande électrique et (5) socle.	51
Figure 20. Système d'imagerie tridimensionnelle de Micro Hand S. Le système d'imagerie tridimensionnelle se compose des éléments suivants : A. modules de caméra, B. machine ergonomique et afficheur, et C. laparoscopie tridimensionnel. La machine ergonomique et l'afficheur comprennent les éléments suivants : (1) unité d'affichage des images, (2) panneau de commande, (3) lumière froide et (4) armoire.	52
Figure 21. Robot opératoire pour chirurgie laparoscopique Senhance®	52
Figure 22. Robot toumai.	54
Figure 23. Laparoscope électronique DFVision® 3D	55
Figure 24. Da Vinci Xi : La référence en matière d'excellence de la chirurgie robot-assistée multiport	57
Figure 25. DA Vinci SP :la chirurgie à port unique.....	58
Figure 26. Da Vinci X : Un point d'entrée fondamental	59
Figure 27. Da Vinci 5	60
Figure 28. Liberté de positionnement	61
Figure 29. Mobilisation peropératoire du patient	62
Figure 30. Visibilité accrue.....	62
Figure 31. Démarrage simplifié	63
Figure 32.Approche adaptée	63
Figure 33. Alignement des bras facilité	64
Figure 34. Contrôle de l'énergie	64
Figure 35. Imagerie Firefly	65
Figure 36. Un instrument polyvalent	65
Figure 37. Agrafage précis	66

Figure 38. Une pince, deux forces de préhension	66
Figure 39. Un chariot patient unique	68
Figure 40. Une console du chirurgien immersive et ergonomique	69
Figure 41. Un chariot d'imagerie muni d'un système d'imagerie 3DHD dernière génération	69
Figure 42. AESOP (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning, Computer Motion puis Intuitive Surgical) : premier système assisté par robot utilisé pour tenir l'endoscope et commandé par la voix	91
Figure 43. EndoAssist, système de contrôle de l'optique, monté sur un chariot indépendant et commandé depuis un casque	91
Figure 44. ZEUS, premier système « maître-esclave »	92
Figure 45. Système de vision da Vinci. Deux caméras tri-CCD fournissent une réelle vision en 3D. Les mains sont dans l'axe du regard, donnant l'impression au chirurgien de les plonger dans le champ opératoire	92
Figure 46. Console de commande da Vinci. Le chirurgien est installé confortablement, bras appuyés et regard « immergé » dans le champ opératoire.....	93
Figure 47. Instruments de commande da Vinci. Sous le cockpit se trouvent les joysticks de commande des instruments, et aux pieds les commandes de déplacement de caméra, de mise au point, de débrayage des instruments et de bistouri électrique.	93
Figure 48. Robot da Vinci « S » avec quatre bras. Dernier-né de la firme Intuitive chirurgie, vendu 1 400 000 euro	94
Figure 49. Instruments da Vinci. Les 7 degrés de liberté reproduisent ceux du membre supérieur humain.	94
Figure 50. Vue globale bloc robot : équipe éclatée.	98
Figure 51. Installation du patient. A. Matelas coquille. B. Table de protection. C. Jambière mobile. D. Gélose de protection.	102
Figure 52. Mise en place des trocars et amarrage du robot. A. Positionnement du trocart d'optique, des trois trocars de 8 mm du robot et zone	

des deux trocars pour l'assistant (triangles bleus). B. Vue extérieure du positionnement des trocars.	104
Figure 53. Déploiement des bras et positionnement du 4e bras (image insérée).	105
Figure 54. Décollement de vessie et préparation du pelvis	107
Figure 55. Incision des fascias endopelviens et dissection du plexus de Santorini.	108
Figure 56. Ligature du plexus de Santorini, suspension urétrale et suspension vésicale.....	110
Figure 57. Dissection antérieure du col vésical. Suspension de la prostate par la sonde vésicale.....	111
Figure 58. Dissection postérieure du col vésical.	112
Figure 59. Dissection vésiculodéférentielle	114
Figure 60. Plan recto-prostatique.....	115
Figure 61. Dissection des bandelettes neurovasculaires (BNV).	117
Figure 62. Dissection de l'apex et de l'urètre.	118
Figure 63. Position de lithotomie avec une inclinaison initiale de 10 à 15 degrés de Trendelenburg pour faciliter la mise en place des orifices ...	121
Figure 64. Entrée robotique et port de 5 mm par guidage numérique après expansion de l'espace pré péritonéal par un dissecteur à ballonnet en forme de rein	123
Figure 65. Configuration finale à 6 ports pour RARP.....	124
Figure 66. :(a) Incision cutanée transversale de 1,5 cm sur le côté droit de l'ombilic, à 20 cm du bord supérieur de la symphyse pubienne. (b) La gaine du droit antérieur est incisée (flèche). (c) Espace extra péritonéal, la flèche indiquant les vaisseaux sanguins épigastriques. (d) Vue externe après la mise en place des cinq orifices	125
Figure 67. :(a) Ligation of the deep venous complex. (b) Incision of endopelvic fascia. (c) Posterior dissection, both seminal vesicles being lifted anteriorly. (d) Vesico-urethral anastomosis over a Foleys catheter	126

Figure 68. Préparation du matériel par l'instrumentiste.	128
Figure 69. Principaux rôles l'instrumentiste lors de l'intervention	129
Figure 70. Nombre de prostatectomie totale (PT) par année et par voie d'abord. PT-Lap : prostatectomie laparoscopique pure ; PR-Robot : prostatectomie robot-assistée.....	140
Figure 71. Délai moyen de prise en charge chirurgicale de la séquelle [dysfonction érectile (DE) et incontinence urinaire (IU)] en fonction de l'année de PT. PT-Lap : prostatectomie laparoscopique pure ; PR-Robot : prostatectomie robot-assistée.	141
Figure 72. Nombre de cure d'incontinence urinaire (UI) par année et par type de prostatectomie totale (PT). PT-Lap : prostatectomie laparoscopique pure ; PR-Robot : prostatectomie robot-assistée.	143
Figure 73. Taux de cure d'incontinence urinaire (UI) par année et par type de prostatectomie totale (PT). PT-Lap : prostatectomie laparoscopique pure ; PR-Robot : prostatectomie robot-assistée.	143
Figure 74. Nombre de pose de prothèse pénienne (PP) par année et type de PT. PT-Lap : prostatectomie laparoscopique pure ; PR-Robot : prostatectomie robot-assistée.....	145
Figure 75. Taux de pose de prothèse pénienne (PP) par année et type de PT. PT-Lap : prostatectomie laparoscopique pure ; PR-Robot : prostatectomie robot-assistée.....	145

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.Recommandations de l'AFU 2024: la PT	44
Tableau 2. Recommandations de curage lymphonodal.....	46
Tableau 3. Divers produits de chirurgie robotique	49
Tableau 4. Comparaison des systèmes Da Vinci X / Da Vinci Xi.....	67
Tableau 5. Kits de démarrage d'agrafage EndoWrist	76
Tableau 6. Kit de démarrage du système d'agrafeuse EndoWrist sans kit de canules 45 mm	77
Tableau 7. Instruments de l'agrafeuse	77
Tableau 8. Accessoires pour l'agrafeuse EndoWrist.....	78
Tableau 9. Aagrafeuse rechargeable	78
Tableau 10. Système d'accès à l'agrafeuse.....	79
Tableau 11. Da Vinci X Drapes	80
Tableau 12. Da Vinci Xi® Drapes	80
Tableau 13. Da Vinci Xi/X Cône de Hasson	81
Tableau 14. Da Vinci Xi/X Accessories réutilisables	81
Tableau 15. Canules, obturateurs et joints de 8 mm	82
Tableau 16. Accessoires pour instruments à usage unique de 8 mm	82
Tableau 17. Endoscopes de 8 mm	83
Tableau 18. Plateau de stérilisation	83
Tableau 19. Câbles d'activation d'énergie Da Vinci Xi/X	83
Tableau 20. Cordons d'instrument d'énergie	84
Tableau 21. Simulateur de compétences	84
Tableau 22. Mise à niveau du da Vinci Xi Integrated Table Motion	85
Tableau 23. Matériel utilisé pendant la procédure	97
Tableau 24. Problèmes en laparoscopie et apports de la robotique.....	132

INTRODUCTION

La chirurgie mini-invasive fascine les chirurgiens et les patients depuis son lancement il y a environ 40 ans [1]. Les chirurgies laparoscopies et robotiques ont révolutionné la prise en charge des principales maladies urologiques et modifié le cours d'interventions chirurgicales importantes telles que la prostatectomie radicale, la cystectomie radicale, la néphrectomie, la néphro-uretérectomie et la pyéloplastie. La large diffusion des techniques mini-invasives, combinée aux préférences des patients et des chirurgiens, a entraîné une mise en œuvre croissante et une évolution constante en faveur de ces techniques [2]. En effet, il semble que les chirurgies laparoscopiques et assistées par robot soient devenues populaires en réduisant les complications périopératoires et la durée du séjour à l'hôpital, tout en offrant des résultats oncologiques et fonctionnels à court et à long terme similaires à ceux de la chirurgie ouverte [3].

Ces dernières années, la chirurgie robotique est devenue le pilier de l'urologie. Les avantages de la technologie robotique par rapport à la laparoscopie traditionnelle et à la chirurgie ouverte sont notamment une vue tridimensionnelle agrandie du champ opératoire, l'absence d'effet de point d'appui, l'amélioration du mouvement des instruments du poignet grâce à la mise à l'échelle des mouvements et à l'extension de l'amplitude des mouvements des bras chirurgicaux, l'élimination des tremblements, les avantages ergonomiques, un meilleur accès aux zones anatomiques difficiles, ainsi que l'amélioration continue des plates-formes et des instruments utilisés [4]. En conséquence, une vue tridimensionnelle est également devenue la norme de soins pour la chirurgie laparoscopique [5]. Toutefois, il n'est pas certain que ces propriétés favorables se traduisent par un avantage pour le

patient et le système de santé en raison de l'augmentation des coûts et de l'allongement de la durée de l'opération [6]. Même si la chirurgie assistée par robot est largement mise en œuvre dans des pays comme l'Allemagne, les principales directives urologiques ne recommandent pas actuellement la chirurgie assistée par robot par rapport à la chirurgie laparoscopique ou ouverte en raison du manque de preuves de haute qualité [7]. En effet, les recommandations suggèrent d'informer les patients des avantages et des inconvénients de chaque approche chirurgicale afin de permettre le choix de la procédure appropriée [8]. Sur la base de la notion précédente, les lignes directrices suggèrent que l'expérience du chirurgien et le volume de l'établissement sont les facteurs clés de l'amélioration des résultats périopératoires, et non la technique [9], [10], [11], [12].

L'acquisition de la chirurgie robotisée va transformer notre performance chirurgicale de manière radicale", s'est-il félicité, ajoutant que "nos chirurgiens, déjà très compétents, bénéficieront de cette technologie avancée pour améliorer leurs interventions.

La chirurgie robotique permet aux chirurgiens de réaliser un large éventail d'interventions complexes avec une précision, une flexibilité et un contrôle accrus par rapport aux techniques conventionnelles.

RAPPELS

I. Embryologie, Histologie Et Physiologie De La Prostate :

A. Embryologie de la prostate :

La prostate se développe à partir d'excroissances endoblastiques de la face postérieure de l'urètre prostatique dans le courant de la 12^e semaine. Si l'épithélium glandulaire de la prostate se développe à partir des cellules endoblastiques ; le stroma et la musculature lisse se développent donc à partir du mésoblaste environnant dont l'effet inducteur est soumis à l'action de la DHT. La glande devient active à partir de la 15^e semaine. Elle englobe à ce stade les canaux éjaculateurs et l'utricule prostatique ainsi que l'urètre prostatique.

Dans le courant de la 12^e semaine et parallèlement au développement de la prostate les glandes bulbo-urétrales (de Cowper) se développent à partir de bourgeonnements endoblastiques pairs de l'urètre pénien qui fait suite à l'urètre prostatique. Ce sont finalement les sécrétions des vésicules séminales ; de la prostate et des glandes bulbo-urétrales et urétérales qui entrent dans la composition du liquide séminale.

La prostate est embryologiquement formée de deux parties :

- Une partie crâniale (ou antérieure ou centrale), riche en glandes et en tissu collagène qui donneront naissance dans la zone de transition à l'adénome prostatique.
- Une partie caudale (ou postérieure ou périphérique) qui est le siège de prédilection du cancer prostatique.

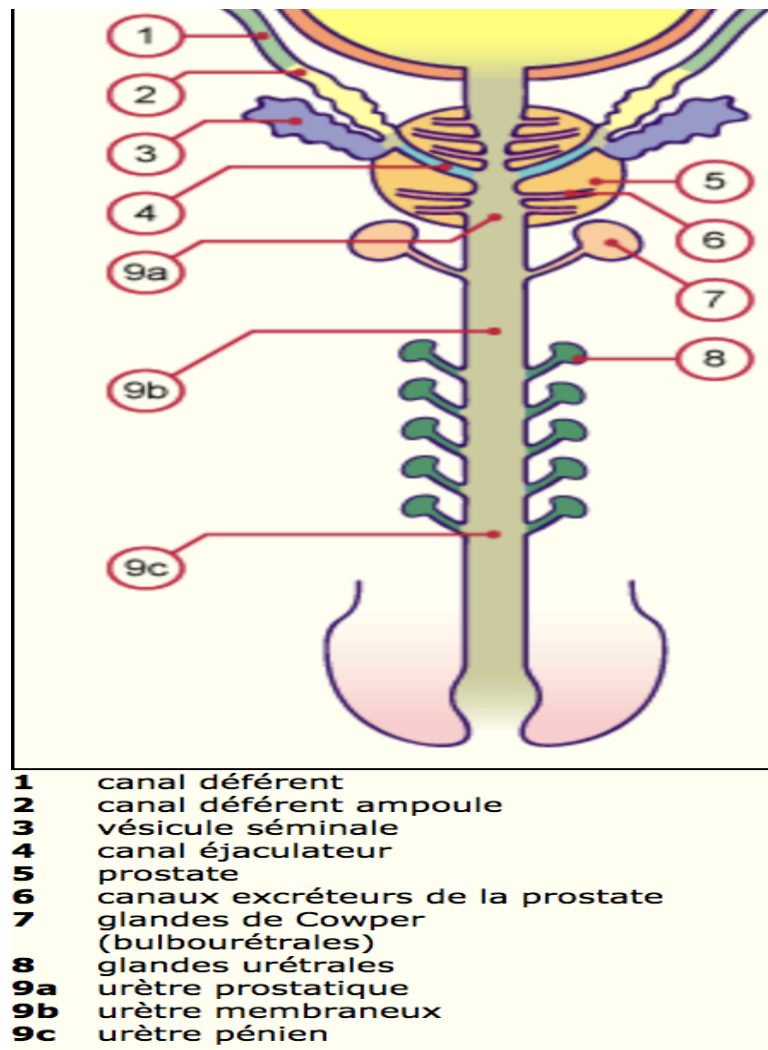


Figure 1. Coupe frontale au niveau des voies génitales masculines montrant le développement et la différenciation des glandes sexuelles accessoires.

B. Histologie et physiologie de la prostate :

La prostate intervient dans la production du sperme et notamment du liquide prostatique et joue à ce titre un rôle crucial dans la reproduction. Ce sont les vésicules séminales qui sont situées en arrière de la vessie, au-dessus de la prostate, et qui produisent la majeure partie du liquide séminal. Au moment de l'éjaculation, le liquide séminal se mélange avec les spermatozoïdes, qui proviennent des testicules et passent par les canaux déférents.

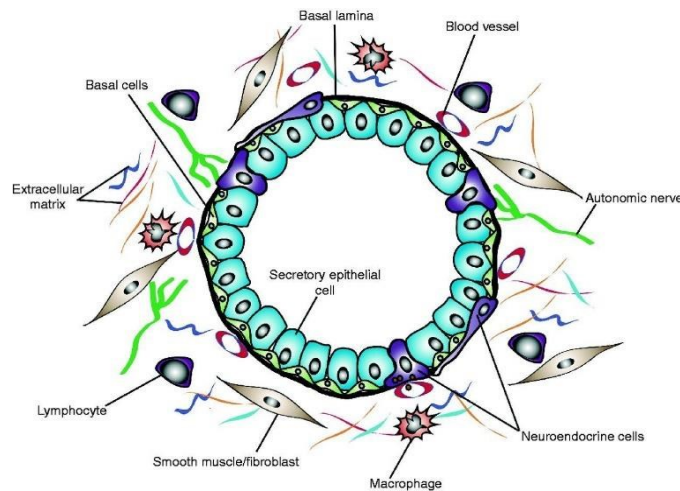


Figure 2. Composition cellulaire de la prostate normale (16)

Sur le plan histologique, la prostate est composée de l'épithélium prostatique, séparé du stroma prostatique par une membrane basale. (17)

1. L'épithélium prostatique :

Il est composé de plusieurs types de cellules :

♦ Les cellules épithéliales :

Elles bordent la lumière des canaux de la glande prostatique, expriment le récepteur aux androgènes (AR), et secrètent les éléments constituant le liquide séminal du sperme. Il s'agit d'une protéine nommée antigène spécifique de la prostate (PSA) et de l'enzyme appelée phosphatase acide

prostatique (PAP). Leur volume et leur fonction sont très affectés par la castration.

♦ Les cellules neuroendocrines :

Intra-glandulaires, elles font partie de l'épithélium sécrétoire et ont un rôle dans la croissance et la différenciation de l'épithélium via un contrôle autocrine et paracrine.

♦ Les cellules basales :

Elles ont un rôle de réserve pour régénérer l'épithélium prostatique.

♦ Les cellules intermédiaires (Transit Amplifying Cells (TAC) :

Leur phénotype est pro-prolifératif et leur croissance est indirectement dépendante des androgènes.

2. Le stroma prostatique :

Il contient la matrice extracellulaire, des fibroblastes, des capillaires, des cellules endothéliales lymphatiques, des cellules musculaires lisses, des cellules neuroendocrines et des axones.

La contraction des cellules musculaires arrête ou ralentit le jet d'urine et contrôle l'éjaculation.

Ce stroma a un rôle de vecteur pour les facteurs de croissance et la communication intercellulaire par les voies paracrine. Il intervient ainsi dans la différenciation la croissance et la prolifération. (Figure 1)

3. Les mécanismes de régulation hormonale de la prostate :

a. Les Androgènes :

Les Androgènes (essentiellement la testostérone et la DHT) et les estrogènes sont responsables de multiples effets métaboliques intra-prostatiques incluant la croissance et la différenciation cellulaire. Cependant, même si des rôles inhibiteurs et potentialisateurs des androgènes ont été décrits, le rôle précis des estrogènes est mal connu au niveau des cellules prostatiques. (17)

Un androgène est une hormone stéroïdienne capable d'induire la différenciation et la maturation des organes reproducteurs masculins, de stimuler les caractères sexuels secondaires, afin d'aboutir à un phénotype masculin normal.

La testostérone est le principal androgène circulant. Elle est produite de façon quasi exclusive (plus de 95 %) par les cellules de Leydig du testicule, à partir du cholestérol et en plus faible quantité par la glande surrénale (moins de 1 % de la testostérone sérique). Son dérivé, la dihydrotestostérone (DHT), est deux fois plus puissant. (13)

b. Le mécanisme d'action de la testostérone et effet sur la prostate :

La testostérone produite par les cellules de Leydig se diffuse librement à travers la membrane des cellules de Leydig.

Dans le plasma, la testostérone circule sous trois formes : 2 % sous forme libre, (seule forme utilisable directement par les tissus) 53–63 % sont liés à la protéine de transport des stéroïdes sexuels appelée TeBG (testostérone binding-globulin) ou SHBG (sexhormone binding globulin) et 30 à 55 % sous forme liée à l'albumine. La testostérone liée à la SHBG, à l'inverse

de la fraction liée à l'albumine, se dissocie difficilement et n'est pas disponible pour l'utilisation tissulaire. (13)

La testostérone libre, après son passage transmembranaire, joue le rôle de prohormone dans la prostate et doit être métabolisée en androgène plus puissant, la DHT, qui activera le RA, ou en œstrogène, l'œstradiol, qui activera un récepteur différent.

Le RA migre alors dans le noyau et s'unit à un autre RA pour former un homodimère qui se lie avec une très haute affinité à des sites de liaisons spécifiques de la chromatine nucléaire, contigus aux gènes androgéno-dépendants.

Au niveau des cellules épithéliales de la prostate, la liaison de la DHT au RA conduit à l'activation ou à la répression de gènes aboutissant à la sécrétion de PSA ou PAP par les cellules épithéliales.

Au niveau de la cellule stromale, l'action de la DHT résulte en la production de substances variées, telles que les facteurs de croissance ou les cytokines, essentielles à l'homéostasie de la prostate, c'est-à-dire à la croissance, la prolifération et l'apoptose. (17)

c. La régulation des androgènes :

La régulation des androgènes se fait par une boucle de contrôle incluant des mécanismes stimulant la production et des mécanismes inhibiteurs (feed-back négatif). Cette boucle de contrôle implique l'axe hypothalamo-hypophysaire et les testicules.

En effet, lorsque le taux de testostérone diminue, l'hypothalamus sécrète l'hormone de libération de la lutéinostimuline (LH-RH ou GnRH). Celle-ci agit sur les cellules gonadotropes de l'antéhypophyse qui à son tour sécrète

les gonadotrophines (LH et FSH). L'hormone folliculo-stimulante (FSH) stimule la spermatogénèse et l'hormone lutéinisante (LH) stimule la production de testostérone par les cellules de Leydig des testicules au cours du processus de stéroïdogénèse. La testostérone ainsi produite, de même que ses dérivés (DHT, œstradiol), pourront exercer un rétrocontrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire.

L'hormone corticotrope (ACTH) stimule la sécrétion d'androgènes surrénaliens faibles. En retour, ceux-ci n'exercent aucun rétrocontrôle sur la sécrétion d'ACTH qui est régulée par le cortisol (13)

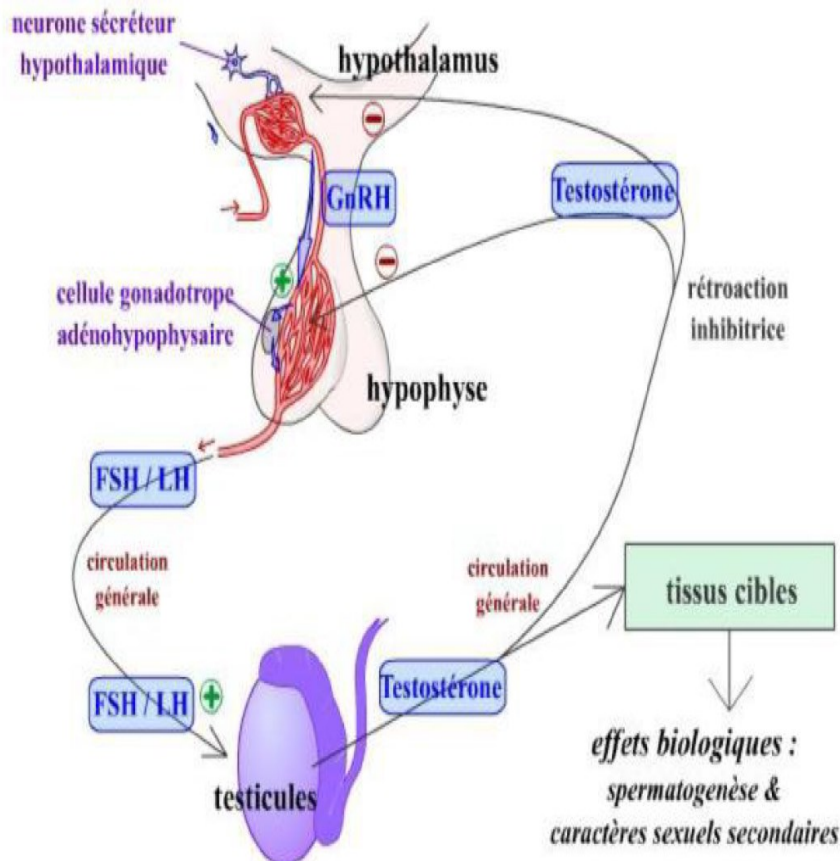


Figure 3. Axe hypothalamo-hypophysaire gonadique (Gilles Furelaud, Bernard Calvino, Cybernétique et physiologie)

II. La physiopathologie du cancer de la prostate :

La majorité des cancers de la prostate sont des adénocarcinomes (90 % des cas). Ils se développent à partir des cellules épithéliales qui constituent le tissu de revêtement de la prostate. (13)

La physiologie initiale du développement carcinologique est largement admise : les cellules tumorales naissent au niveau de l'épithélium suite à la dérégulation de clones cellulaires, dont le type demeure encore inconnu, à la faveur d'altérations génétiques faisant perdre à la cellule son équilibre prolifération/ différenciation/apoptose.

Parmi ces mutations, l'altération moléculaire la plus fréquente est l'expression de gènes de fusion liant la région promotrice de transmembranase sérine 2 à la région codante de la famille des facteurs de transcription appelée erythroblast transformation specific (ETS). (17)

III. Histoire naturelle du cancer de la prostate :

L'évolution du cancer de la prostate est le plus souvent lente. La prostate est embryologiquement formée de deux parties. Une partie crâniale (ou antérieure ou centrale), riche en glandes et en tissu collagène qui donneront naissance dans la zone de transition à l'adénome prostatique, et une partie caudale ou zone périphérique qui entoure la zone de transition qui est le siège de prédilection du cancer prostatique. (75 % des cas), ce qui rend la tumeur le plus souvent palpable au toucher rectal, mais tardivement symptomatique. À l'inverse, l'Hypertrophie bénigne de la prostate. [6]

Un ou plusieurs foyers de cellules cancéreuses (adénocarcinome) vont proliférer sans qu'encore aujourd'hui on ne connaisse le mécanisme intime de déclenchement. Les cellules prostatiques vont se diviser au fil du temps

jusqu'à atteindre un volume de 0,5ml, qui constitue le seuil du cancer prostatique potentiellement évolutif.

Une fois la capsule prostatique ou les vésicules séminales atteintes par le cancer, les cellules malignes vont se développer dans l'espace péri-prostatique ou vers le sommet des vésicules séminales ou elles vont atteindre le trigone vésical. L'envahissement tumoral peut aussi concerner le col vésical et être responsable de dysurie ou de rétention. De même, l'envahissement du trigone peut aboutir à une compression des méats urétraux, avec urétéro-hydronéphrose uni- ou bilatérale. Par ailleurs dans l'espace péri-prostatique les cellules tumorales vont atteindre des vaisseaux sanguins d'une part, mais aussi des canaux lymphatiques d'autre part. Ces deux atteintes être le point de départ de la dissémination métastatique des cellules cancéreuses vers les ganglions du petit bassin ou vers les organes et plus particulièrement vers les os. [18]

1. Une phase de cancer occulte :

Une première phase, appelée cancer occulte ou latent, où les foyers cancéreux ne sont pas perceptibles par l'examen de la prostate au toucher rectal ou en imagerie (échographie ou IRM) et n'entraînent pas d'élévation significative du taux sanguin du PSA. A cette phase, le cancer est microscopique. Toutefois, certains de ces cancers sont découverts fortuitement lors de l'examen anatomopathologique de la pièce opératoire de la résection de la prostate transitionnelle ou de l'adénectomie lors du traitement des troubles mictionnels (difficultés pour uriner) entraînés par une hypertrophie bénigne de la prostate. [19]

2. Extension locale :

Les cellules prostatiques malignes vont proliférer localement à la fois vers l'intérieur de la prostate pour atteindre l'urètre et le col vésical mais aussi vers les espaces péri-prostatique en arrière (vers le rectum) et en haut (vers la base de la vessie appelée trigone) l'extension en dedans vers l'urètre et le col vésical va être responsable de troubles mictionnels, parfois une hématurie. L'extension en arrière vers le rectum est palpable et explique dans les cas très évolués les troubles de compressions rectales à l'émission des selles.

Plus fréquent, est l'envahissement de la base de la vessie ou arrivent les deux uretères. L'envahissement du trigone est souvent asymétrique avec un engainement tumoral d'un bas uretère responsable d'une dilatation urétérale unilatérale (urétéro-hydronéphrose) hautement évocatrice d'un processus cancéreux local. Parfois d'emblée ou avec le temps, l'envahissement des deux méats urétéraux, responsable d'une anurie par obstruction. [6]

3. Extension ganglionnaire :

Elles traduisent le caractère lymphophile de ce cancer avec un premier relais vers les ganglions du petit bassin (obturateur et iliaque), puis plus haut, vers les ganglions autour de l'aorte, de la veine cave. Nous verrons que l'exploration et l'éventuelle analyse des ganglions du petit bassin fait partie du bilan d'extension du cancer de prostate avant d'affirmer son caractère localisé ou non à la prostate [18].

4. Extension hématogène :

Elles se font en général de manière concomitante aux atteintes ganglionnaires en sachant qu'il n'est pas rare de rencontrer des formes à métastases ganglionnaires prépondérantes ou à l'inverse plutôt à extension

vasculaire. Ces métastases par voie vasculaire ont un site préférentiel : l'os. (20)

L'atteinte métastatique osseuse est encore malheureusement trop souvent révélatrice de ce cancer à développement local sournois qui essaime à bas bruit vers les os du petit bassin, du rachis ou des côtes. Les atteintes osseuses sont caractéristiques de l'origine prostatique car elles se font sur un mode de foyers condensant intra-osseux différents des métastases lytiques d'autres cancers de l'organisme. Les métastases osseuses sont incurables et responsables de la mortalité due au CaP. (21)

Cependant, ce n'est pas parce que les métastases sont condensantes qu'il s'agit d'un tissu osseux solide. Ces métastases sont très destructrices pour l'os normal et responsables de douleurs voir de fractures dans les formes évoluées. Les métastases viscérales (poumon, foie, cerveau) sont plus rares, survenant habituellement au stade ultime évolutif de la maladie.

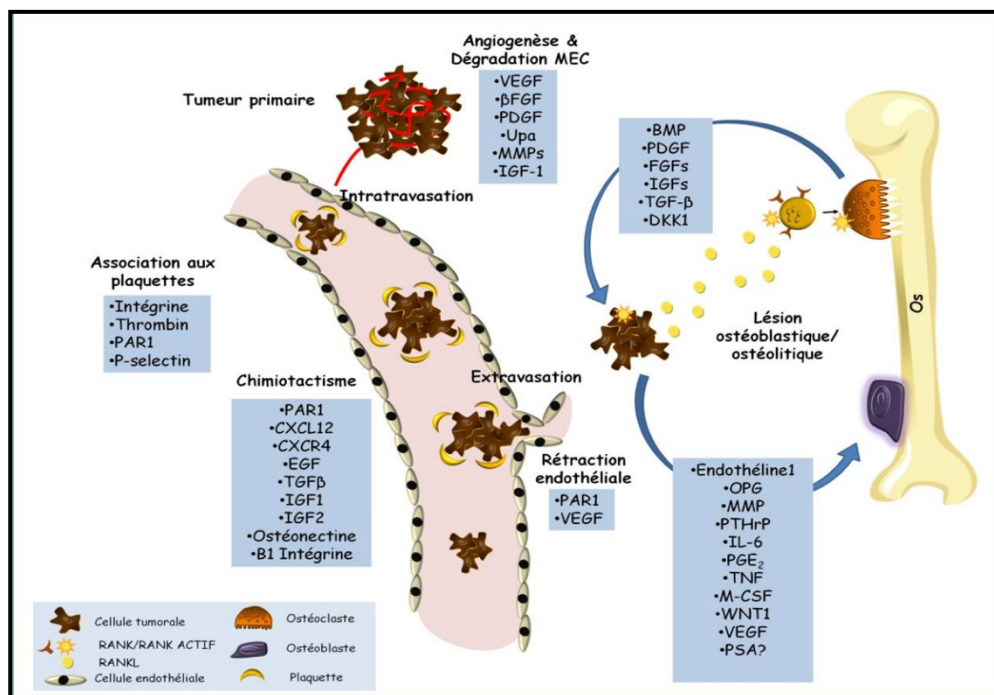


Figure 4. Acteurs moléculaires impliqués dans le processus métastatique osseux du CaP. Adapté de (Roodman GD, et al, 2004 – Morrissey C, Vessella RL, 2007)

IV. Anatomie :

La prostate est un organe musculo-glandulaire qui fait partie de l'appareil génito-urinaire de l'homme en forme de châtaigne de consistance ferme, régulière, de coloration grise blanchâtre, et indurée chez le sujet âgé.

Chez l'adulte, elle mesure 25 à 30 mm de hauteur, 25 mm de diamètre antéro-postérieur, et environ 40 mm d'épaisseur. Elle pèse environ 20 à 25 grammes.

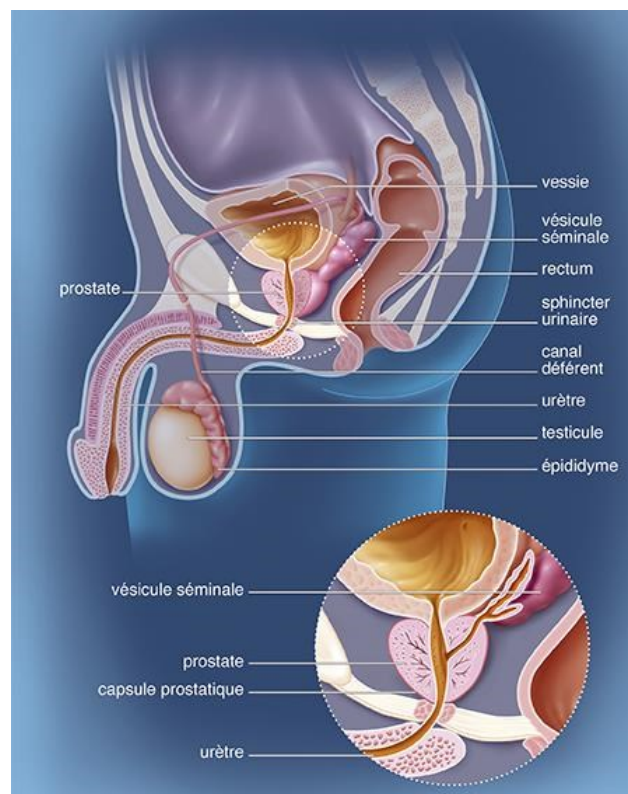


Figure 5. Coupe sagittale de profil de l'appareil reproducteur de l'homme (13)

A. Anatomie descriptive :

1. Situation :

Elle se situe au-dessous de la vessie et au-dessus du plancher périnéal. Et placée en avant du rectum entre les muscles élévateurs de l'anus de chaque côté, en arrière de la symphyse pubienne.

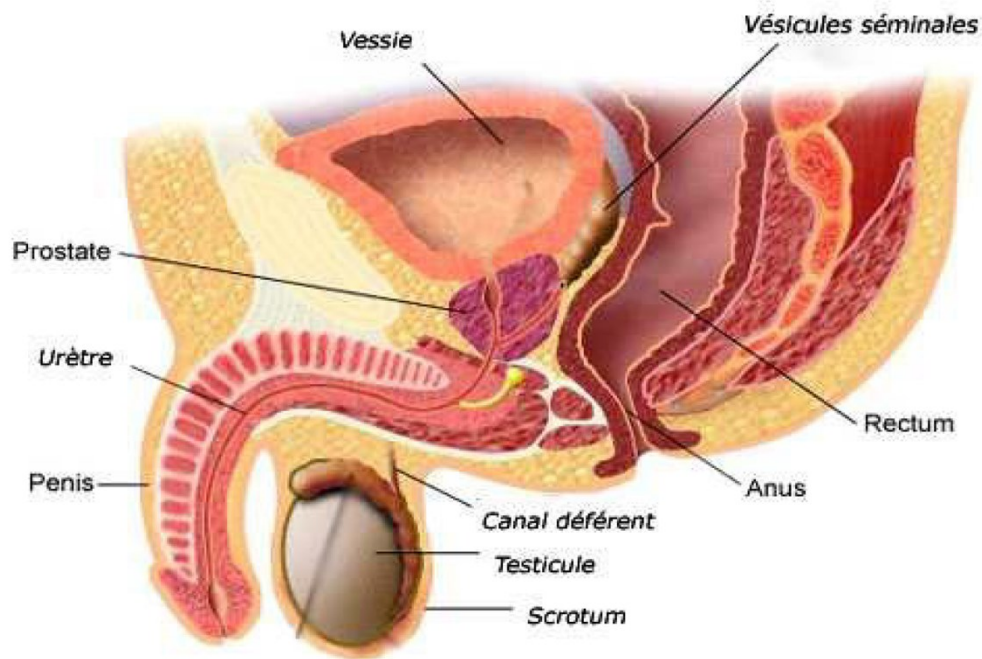


Figure 6. Coupe anatomique sagittale médiane du pelvis chez l'homme (14)

2. Moyens de fixité :

- ◆ La loge prostatique.
- ◆ L'adhérence à la vessie.
- ◆ La traversée de l'urètre et des voies spermatiques.

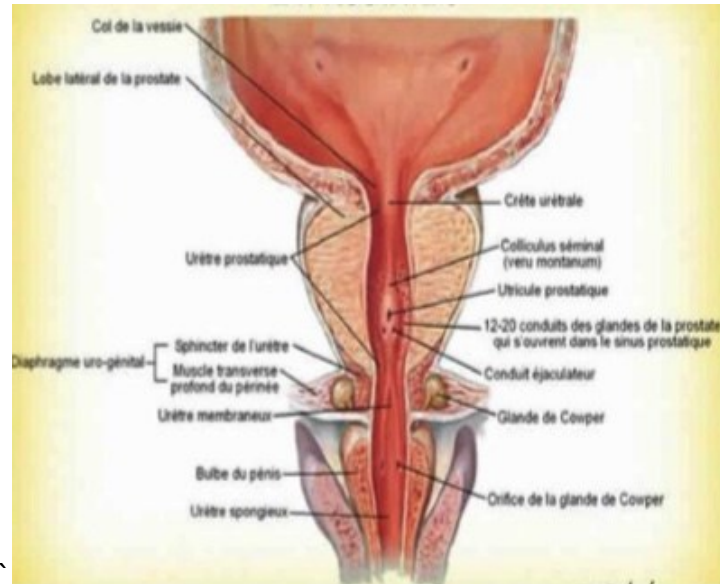


Figure 7. Coupe longitudinale ; montrant les moyens de fixité de la prostate (14).

3. Morphologies et configuration externe :

Forme de petit cône à axe oblique en bas et en avant. Elle présente quatre faces, une base et un sommet :

- ◆ Face antérieure : verticale.
- ◆ Face postérieure : oblique, divisée en 2 lobes par un sillon vertical.
- ◆ Deux faces latérales : convexes.
- ◆ Sommet ou bec : inférieur d'où émerge l'urètre, il est au contact du diaphragme uro-génital et recouvert du sphincter de l'urètre.
- ◆ Base : supérieure traversée par un sillon transversal qui divise la glande en 2 portions. Une ventrale (versant vésical), et une dorsale (versant séminal : répondant aux canaux différents et aux vésicules séminales)

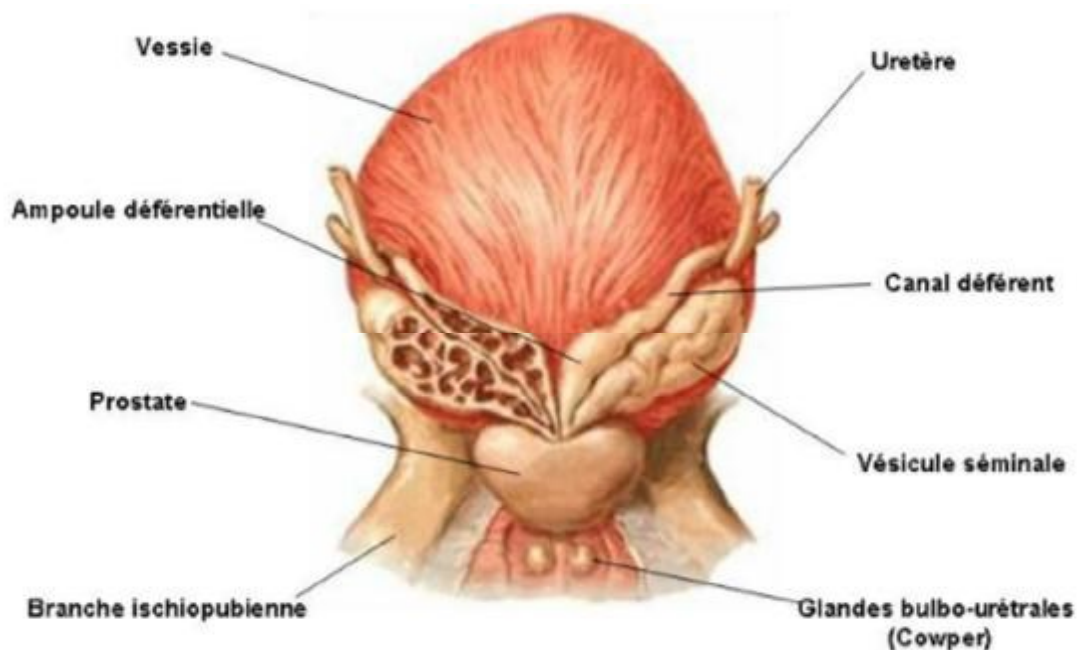


Figure 8. Morphologie de la prostate d'après Netter

(Netter F.H, M.D. Atlas d'Anatomie Humaine. Masson, édition 2004.)

4. Configuration interne :

Elle est traversée par l'urètre prostatique, par les deux conduits éjaculateurs formés chacun eux même, de l'union du conduit déférent et de la vésicule séminale. Ainsi que par l'utricule (reliquat diverticulaire embryonnaire). De plus L'utricule et les canaux éjaculateurs se jettent dans l'urètre prostatique.

La glande prostatique est classiquement décrite par trois lobes, qui se différencie de façon classique en :

- ◆ Un lobe antérieur, pré-urétral réduit.
- ◆ Deux lobes latéraux se réunissent, en arrière des canaux éjaculateurs par un isthme avec un aspect « en fer à cheval ». Ils se caractérisent par une sensibilité aux androgènes et sont préférentiellement le siège de cancers.
- ◆ Un lobe médian ou pré-spermatique : est situé en avant des canaux éjaculateurs. Il est plus sensible aux œstrogènes et préférentiellement le siège des adénomes.

Les lobes glandulaires sont formés par 30 à 40 glandes prostatiques, qui possèdent chacune d'elles un conduit excréteur qui s'ouvre dans l'urètre prostatique. Il est plus sensible aux œstrogènes et préférentiellement le siège des adénomes : le stroma est myo-élastique.

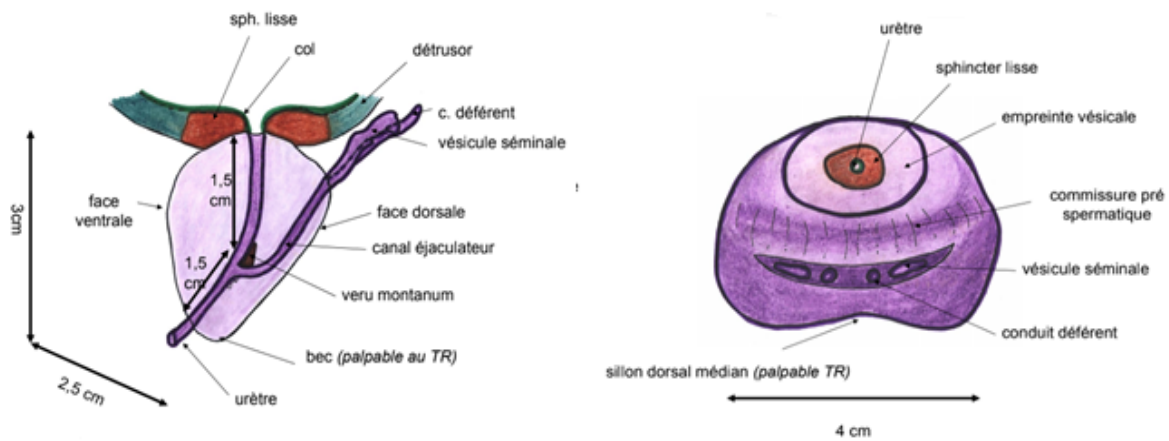


Figure 9. Configuration externe et interne de la prostate (15)

B. Anatomie zonale :

Le concept de MC NEAL, est le modèle anatomique zonal qui fait actuellement autorité. (1) Il divise la prostate en quatre zones :

- ♦ La zone centrale : comprend environ 5% du tissu glandulaire prostatique. Elle englobe l'hémi-circonférence postérieure de l'urètre proximal et les canaux éjaculateurs. Elle donne naissance aux processus inflammatoires, 8% des cancers y naissent.
- ♦ La zone de transition : Est formée de deux lobes latéraux. Et est le siège électif de l'Hypertrophie bénigne de la prostate. Cependant, 24% des cancers y naissent.
- ♦ La zone périphérique : siège dans les parties postérieures, latérales et apicales de la glande. Elle représente 70% du volume de la prostate et, 68% des cancers y prennent naissance.
- ♦ La zone fibro-musculaire antérieure, sans structure glandulaire

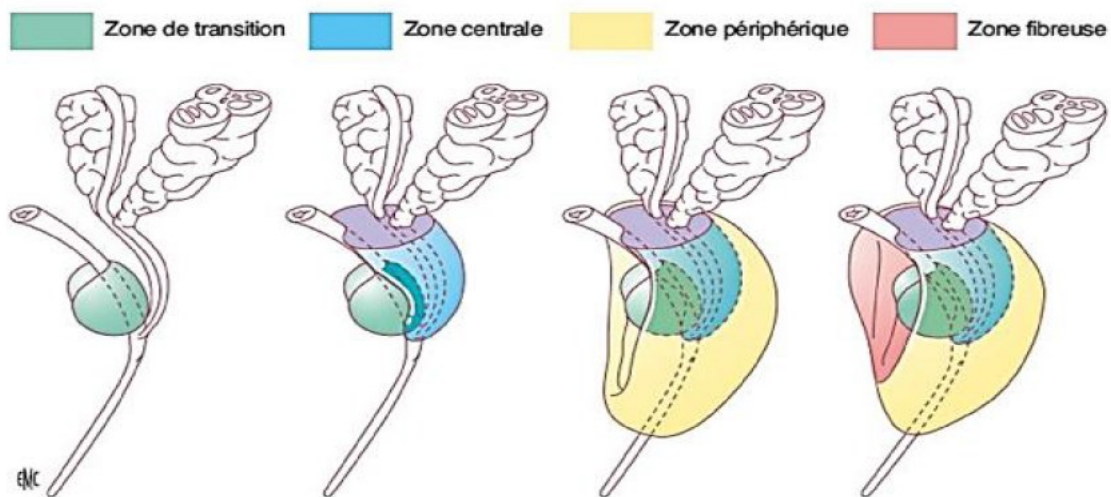


Figure 10. Anatomie zonale de la prostate selon Mc Neal

C. Rapports :

1. À l'Intérieur de la loge prostatique :

L'Urètre prostatique traverse la prostate de la base au sommet en direction verticale. Sous forme d'une fente concave en arrière, de 25 à 30 mm de longueur et de 12 à 15 mm de calibre. Elle est dilatée à l'union du 1/3 supérieur et 2/3 inférieur, autour du canal :

- ◆ Sphincter lisse de l'urètre.
- ◆ Les voies génitales : autour de la prostate.
- ◆ Le sphincter strié de l'urètre.
- ◆ Le plexus veineux péri-prostatique : circulant dans l'épaisseur des parois de la loge.

Le rôle principal du sphincter est de s'opposer à une contraction vésicale non souhaitée ou d'interrompre rapidement une miction en cours].

2. À l'extérieur de la loge prostatique :

a. Face antérieure, répond à l'espace pré-prostatique limité :

En arrière : par la lame pré-prostatique.

En avant : par la symphyse pubienne.

En haut : par les ligaments pubo-vésicaux.

En bas : par l'aponévrose périnéale moyenne.

Latéralement : la lames sacro-recto-génito-pubienne.

b. Face postérieure :

Par l'intermédiaire de l'aponévrose péritonéale de DENONVILLIERS qui répond au rectum. Celui-ci est fixé au sommet de la prostate par le muscle recto-urétral.

c. Faces latérales :

Enfoncées dans l'entonnoir des releveurs de l'anus, auquel elle est proche en bas, et séparée en haut par l'espace latéro-prostatique. Les artérioles issues des artères honteuses internes, le plexus veineux de SANTORINI

d. Base :

Le versant antérieur est en rapport avec la vessie.

Le versant postérieur répond à l'aponévrose prostato-péritonéale, qui se dédouble pour engainer : les vésicules séminales, et les deux ampoules des canaux déférents et les uretères.

À l'angle postéro-supérieur de la base, arrive le pédicule vésico-prostatique.

e. Sommet :

Entouré par le sphincter strié, il répond :

En avant ; à la symphyse pubienne et le ligament transverse du pelvis.

En bas ; à l'urètre membraneux et aux corps spongieux.

En arrière : au coude du rectum et, au bulbe du corps spongieux.

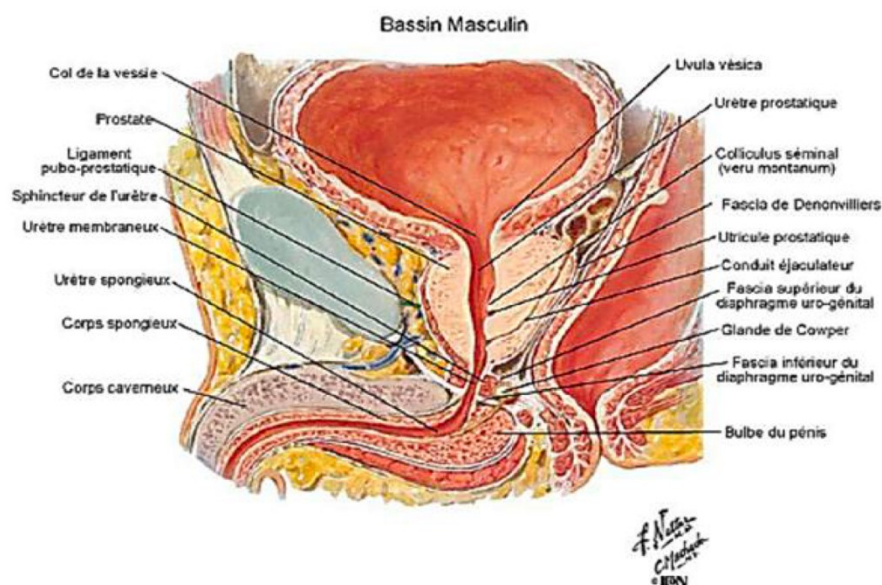


Figure 11. Rapports anatomiques de la prostate (Atlas d'anatomie humaine : Planche 358)
(14)

D. Vascularisation et innervation de la prostate :

1. Vascularisation artérielle :

La vascularisation artérielle de la prostate est assurée par trois branches de l'artère hypogastrique :

- ◆ L'artère prostatique, qui irrigue les faces latérales et l'apex.
- ◆ L'artère vésicale, inférieure qui irrigue la base de la prostate.
- ◆ L'artère hémorroïdale moyenne, qui irrigue la face postérieure.

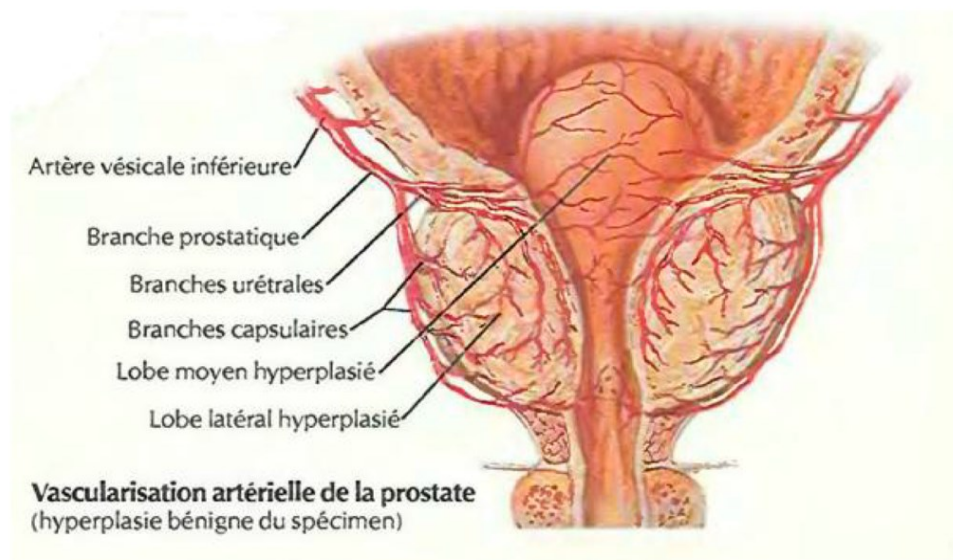


Figure 12. Vascularisation artérielle de la prostate (Atlas d'Anatomie Humaine : Planche 374) (53)

2. Drainage veineux :

Le drainage veineux se jette dans le plexus latéro-prostatique où aboutissent les veines de l'urètre et le plexus de SANTORINI. Ainsi deux courants seront formés :

- ◆ Supérieur pour la base qui se draine dans la veine vésicale.
- ◆ Inférieur pour les faces latérales qui se drainent dans la veine honteuse interne.

Ces deux veines se jettent dans la veine iliaque interne.

3. Drainage lymphatique :

Le drainage lymphatique Accompagne les vaisseaux qui se drainent dans 4 groupes ganglionnaires :

- ◆ Ganglions pré-vésicaux : face antérieure
- ◆ Ganglions iliaques internes : faces antérieures et latérales.
- ◆ Ganglions sacrés latéraux et du promontoire : face postérieure.
- ◆ Ganglions iliaques externes : pour la base et la partie haute de la face postérieure.

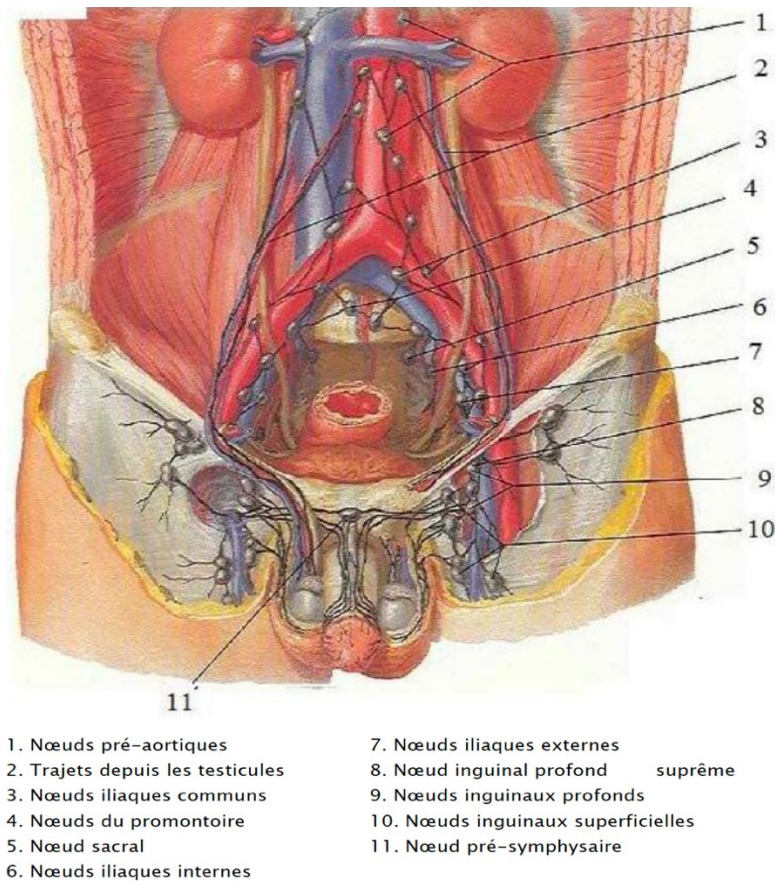


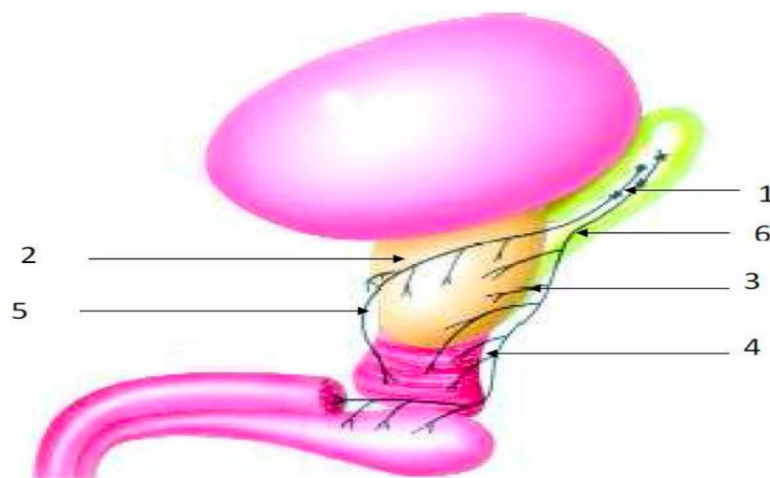
Figure 13. Vaisseaux et nœuds lymphatiques pelviens et des organes génitaux chez l'homme. (Atlas d'Anatomie Humaine : Planche 375) (14)

4. Innervation :

L'innervation est assurée deux sources, les ganglions lymphatiques à l'origine du filet sympathique, et les nerfs viscéraux du plexus sacré pour l'innervation parasympathique.

Elle a deux rôles : sécrétion glandulaire (liquide alcalin diluant le sperme)

Contraction des fibres musculaires pour chasser le liquide prostatique de l'urètre.



1 : Plexus hypogastrique inférieur,
2 : Colonne horizontale,
3 : Colonne verticale,

4 : Nerf caverneux,
5 : Nerf prostatique,
6 : Fascia recto-vésical.

Figure 14. Représentation schématique du trajet des nerfs issus du plexus

E. Anatomie chirurgicale des fascias de la prostate :

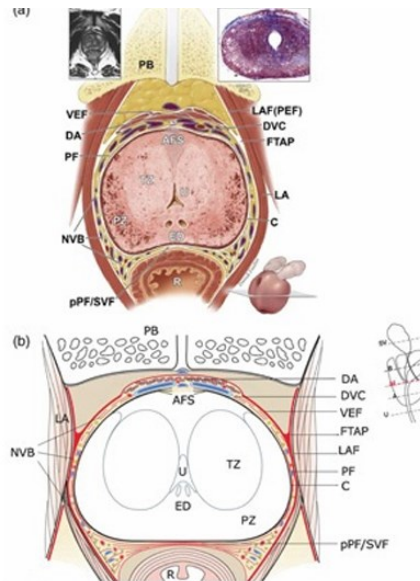


Figure 15. Coupe axiale de la prostate et du fascia péri prostatique au niveau du milieu de la prostate. (39).

Rapports des fascias de la prostate avec les nerfs caverneux du pénis

Les nerfs caverneux sont classiquement décrits à la face postérolatérale de la prostate, à la rencontre entre le FP et le SRV. Ils sont situés dans un triangle dont chaque bord correspond à un fascia sus-décrit (Fig. 16A et B). Dans cette espace cellulo-graisseux, communément appelé bandelette neurovasculaire, les nerfs caverneux sont ramifiés, étalés sur les faces latérales de la prostate, et accompagnés d'une microvascularisation à destinée prostatique, urétrale et périnéale. Le trajet des nerfs caverneux et le nombre de leurs ramifications est sujet à une grande variabilité. Mais ils sont situés dans la loge prostatique, intercalés entre le FP en dedans, le FPP en dehors, l'ATFP en haut, et le SRV en bas (Fig. 16A et B).

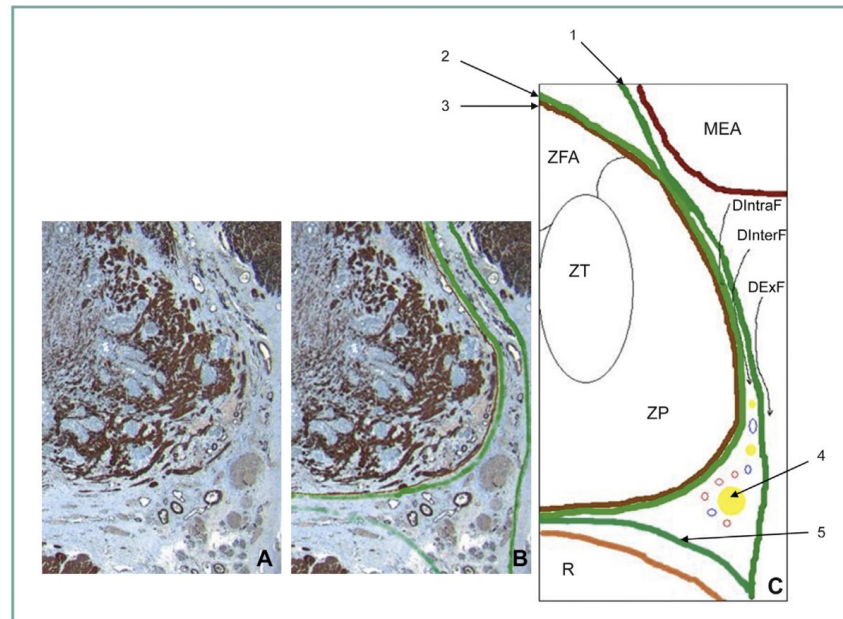


Figure 16. Coupes transversales de la prostate. A et B. Coupes transversale d'une prostate, avec marquage immuno-histochimique de l'actine. C. Schéma récapitulatif.

1. Fascia pelvien pariétal. 2. Fascia prostatique. 3. Capsule prostatique. 4. Nerf caverneux du pénis. 5. Septum rectovésical. MEA : muscle élévateur de l'anus ; R : rectum ; ZFA : zone fibromusculaire antérieure ; ZP : zone périphérique ; ZT : zone de transition ; DintraF : dissection intrafasciale ; DinterF : dissection interfasciale ; DExF : dissection extrafasciale [59]

La compréhension de l'anatomie des fascias de la prostate permet de comprendre leur rapport avec les nerfs caverneux du pénis et sert de guide à leur préservation. Elle permet d'optimiser le résultat fonctionnel en fonction des contraintes carcinologiques.

V. La place de la chirurgie dans le cancer de la prostate :

La PT est un des traitements de référence du CaP localisé, qui offre le plus de garantie carcinologique à long terme. L'objectif de la PT est l'ablation de la totalité de la prostate et des vésicules séminales en permettant de respecter les structures responsables de la continence et de l'érection. Il n'y a pas d'âge seuil pour indiquer la PT, mais le bénéfice en survie globale n'est présent qu'en cas d'espérance de vie > 10 ans. L'âge est un facteur insuffisant pour la décision thérapeutique et l'évaluation globale des comorbidités par des scores adaptés et validés est indispensable. (62)

La PT est le seul traitement ayant montré une amélioration en survie globale et survie spécifique dans le traitement du CaP localisé en comparaison avec un traitement conservateur dans un essai randomisé. Après un suivi de plus de 20 ans, la PT permettait de réduire toutes les causes de mortalité (réduction de la mortalité spécifique de 44 %), l'avantage le plus marqué était noté dans le groupe < 65 ans et pour les risques intermédiaires de D'Amico. L'actualisation de l'étude PIVOT avec un suivi médian de plus de 18 ans retrouve également un bénéfice en faveur de la chirurgie *vs* une simple surveillance en termes de survie globale. Ce bénéfice est surtout plus marqué dans les sous-groupes des hommes jeunes (< 65 ans), en bonne santé (score de Charlson = 0) et dans le sous-groupe à risque intermédiaire.

Ses indications sont celles du traitement curatif d'un CaP localisé ou localement avancé. La PT est envisageable pour les tumeurs de risque faible, elle est indiquée pour les tumeurs de risque intermédiaire et peut être proposée pour les tumeurs à haut risque avec la possibilité d'un traitement multimodal associé.

Tableau 1.Recommandations de l'AFU 2024: la PT.(62)

	Grade
La PT peut être proposée chez les patients présentant un CaP de faible risque et de risque intermédiaire, en fonction des comorbidités et de l'espérance de vie (> 10 ans)	Fort
Une préservation des BVN peut être réalisée chez les patients sans dysfonction érectile sévère préopératoire, et présentant un faible risque de franchissement capsulaire qui doit être évalué en préopératoire (IRM, nomogrammes)	Faible
Toutes les voies d'abord chirurgicales peuvent être proposées	Fort
La PT peut être proposée dans la prise en charge du CaP de haut risque ou localement avancé. Il faut l'envisager sans préservation, avec un curage étendu, dans le cadre d'une approche multimodale	Fort

*

Voies d'abord :

La PT peut être réalisée par voie ouverte, rétropubienne (PTR) ou plus anciennement périnéale. Les approches mini- invasives se sont développées: laparoscopie ou laparoscopie robot-assistée (LRA). Malgré une augmentation importante de la PTLRA vs PTR en Europe et en Amérique du Nord, les différentes analyses ne mettent pas en évidence de différence nette en matière de contrôle carcinologique et de récupération de la continence ou de la fonction érectile. Elles ne montrent qu'un avantage en transfusion sanguine et en durée d'hospitalisation en cas de chirurgie mini-invasive. Parmi tous les facteurs, la courbe d'apprentissage et le volume opératoire sont les détermi- nants majeurs de l'amélioration des résultats oncologiques et fonctionnels.

Preservation nerveuse:

Elle peut être effectuée chez la plupart des patients présentant un désir de conservation de leur fonction érectile en cas de CaP localisé. La préservation n'est pas recommandée dans les cas de risque élevé de franchissement capsulaire (cT3 ou cT2, toutes les biopsies envahies du même côté, ISUP > 2). L'IRM multiparamétrique et les nomogrammes préopératoires permettent d'évaluer le risque de franchissement capsulaire et d'adapter le geste chirurgical. Une échelle (stade 1 à 4) du risque carcinologique de la préservation en fonction des données préopératoires et de l'imagerie permet de mieux définir la technique chirurgicale à utiliser. La préservation vasculo-nerveuse est un facteur indépendant de récupération des érections.

Curage ganglionnaire:

Le curage ganglionnaire du CaP comprend l'exérèse des ganglions ilio-obturbateurs, iliaques internes et iliaques externes bilatéraux jusqu'à la bifurcation iliaque. Un tel curage lymphonodal améliore la qualité de l'évaluation ganglionnaire pour les patients de risques intermédiaire et élevé. Le curage ganglionnaire est le meilleur moyen de stadification quand il est réalisé de façon étendue. Aucun examen d'imagerie n'offre cette qualité.

Concernant son indication, un calcul du risque d'envahissement ganglionnaire peut être réalisé en se basant sur des calculateurs (Briganti, Gandaglia, MSKCC ou formule de Roach). Un risque estimé d'envahissement de plus de 5 % est l'indication d'un curage extensif. L'examen extemporané n'est pas recommandé. La technique du ganglion sentinelle reste expérimentale et n'est pas recommandée. Le rôle thérapeutique du curage ganglionnaire est à valider dans des études prospectives, mais il apporte une

information sur le statut ganglionnaire, et donc le pronostic. Le taux de complications est augmenté en cas de curage extensif (de l'ordre de 20 %) avec une proportion plus importante de lymphocèle en cas d'approche extrapéritonéale.

Tableau 2. Recommandations de curage lymphonodal. (62)

	Grade
Le curage lymphonodal n'est pas indiqué dans le groupe faible risque	Fort
Le curage lymphonodal étendu doit être réalisé dans le groupe intermédiaire en cas de risque > 5 %	Faible
Le curage lymphonodal étendu doit être réalisé dans le groupe haut risque	Fort

DIFFÉRENTES COMPOSANTES DU **ROBOT ET INSTRUMENTATIONS**

Les robots ont été conçus comme des « machines qui peuvent toujours exécuter une tâche donnée avec précision », le mot tchèque « Robota » signifiant à l'origine « travail ». L'application initiale des robots dans le domaine médical consistait à faciliter les biopsies du cerveau et de la prostate. Par la suite, des robots ont été mis au point pour aider à la remise en place des articulations ou pour tenir les endoscopes. Ils se sont progressivement transformés en robots chirurgicaux de type maître-esclave, qui permettent de remplacer les procédures manuelles directes traditionnelles.

La taille du marché des robots chirurgicaux devrait croître à un taux de croissance annuel composé (TCAC) de 17,6 %, passant de 6,4 milliards de dollars américains en 2021 à 14,4 milliards de dollars américains en 2026. (49) Selon une autre estimation, il devrait dépasser 22,7 milliards de dollars américains en 2030. (50) Cela indique que le désir instinctif de l'homme pour la vie continuera à stimuler la recherche d'une chirurgie plus précise, plus sûre et moins invasive. Notre objectif est donc de fournir une vue d'ensemble des progrès et de l'état actuel de la chirurgie robotique au Japon, en mettant l'accent sur son utilisation dans le domaine de l'obstétrique et de la gynécologie. En outre, nous explorerons les développements futurs potentiels et les avancées dans ce domaine.

Après le système chirurgical robotique ZEUS (ZRSS), Intuitive Surgical a commencé à développer des robots chirurgicaux en 1995, et en 1999, le système chirurgical Da Vinci a été lancé. En 2000, la Food & Drug Administration (FDA) des États-Unis a approuvé pour la première fois l'utilisation du système chirurgical Da Vinci pour la chirurgie laparoscopique. Intuitive Surgical a ensuite continué à lancer de nouveaux modèles améliorés,

notamment Da Vinci S (2006), Da Vinci Si (2009), Da Vinci Xi (2014) et Da Vinci X (2017). Des technologies avancées telles que le dispositif Energie, l'instrument et le système d'imagerie Firefly sont également disponibles. Ces systèmes ont été largement acceptés par les chirurgiens du monde entier en raison de leurs consoles immersives et de leur conception ergonomique, avec plus de 10 millions de procédures réalisées et 6 500 unités actuellement en service dans 67 pays en décembre 2021. Bien que le marché ait été à moitié dominé par da Vinci jusqu'à présent, l'expiration du brevet de base de la société en 2019 a conduit à l'émergence de plusieurs nouveaux fabricants sur le marché, tels que HinotoriTM, qui est le premier produit national appliqué au Japon.

Tableau 3. Divers produits de chirurgie robotique

Product name	Manufacturer	Early Clinical trial	Country	Characteristics	Main body		Console type	
					Unit	Separate	Open	Immersive
Zeus robotics ²⁷	Computer Motion →Intuitive Surgical	2001–2003	USA	Predicessor of da Vinci. Merge with Intuitive Surgical in 2003	•		•	
da Vinci ⁴	Intuitive Surgical	1999-	USA	da Vinci (2000), da Vinci S (2009), da Vinci Xi (2014), da Vinci X (2017), da Vinci SP (2018)	•			•
MicroHand S/SII ²⁸	Wego Pharmaceutical Co., Ltd	2016-	China	Tianjin University, Central South University, Microhand S (2013), Microhand SII (2015)	•		•	
Senhance ²⁹	TransEnterix, Inc → Asensus surgical	2018-	USA	The first robotic surgery system with the sense of touch		•	•	
Revo-i ³⁰	Meerecompany	2018-	South Korea	The first robotic surgery system in South Korea	•			•
Toumai ³¹	MicroPort Scientific → MicroPort MedBot (Group) Co., Ltd.	2019-	China	The first four arm robotic surgery system in China	•			•
Vercius ³²	CMR Surgical Ltd.	2019-	UK	Multiple single and portable robotic arm, open console		•	•	
Avatera System ³³	Avatera medical	2019-	Germany	Disposable instruments	•			•
Hinotori ³⁶	Medicaroid Company	2020-	Japan	Joint company of Kawasaki Heavy Industries and Sysmex Corporation	•			•
Hugo RAS System ³⁴	Medtronic Ltd	2021-	USA	Movable arm with an extremely wide range of adaptability, open console		•	•	
KANGDUO ³⁵	Harbin SageBot Intelligent medical equipmet CO., Ltd.	2021-	China	Most shared in China, SR1000 and SR1500- three arm, SR2000- four arm	•		•	
Shurui ³⁶	Beijing Shurui Technology Co., Ltd.	2021-	China	Completed the first Randomized control trial for single port robotic surgery	•	•		•
Edge medical ³⁷	Edge Medical Robotics	2021-	China	MP1000: four arm multiple port, SP1000: single port	•	•		•
Dexter ³⁸	Distalmotion SA	2022-	Switzerland	with Sense of force, IvyA1 and EMARO on sale Robotic endoscope holding system		•	•	
Homilis surgical Anovo surgical system ³⁹	Memic Innovative Surgery Ltd. →Momentis Surgical	2022-	Israel	The first trans vaginal Robotic	NA	NA	NA	NA
ANSUR ⁴⁰	Asashi-surgical robotics Co., Ltd.	Coming	Japan	Frees control console of conventional surgical procedure	NA	NA	NA	NA
Ottava ⁴¹	Johnson and Johnson	Coming	USA	Six-arm system for soft-tissue surgeries integrated in to the operating table	•		NA	NA
Un named ⁴²	Riverfield Inc	Coming	Japan	with Sense of force, IvyA1 and EMARO on sale Robotic endoscope holding system	•		NA	NA
Enos ⁴³	Titan Medical Inc.	Coming	USA/ Canada	Three instruments and camera in Single port	•		•	
MIRA ⁴⁴	Virtual Incision Co.	Coming	USA	Miniaturized and portable arm, single port. Integrated in the operating table.	•		•	

Robot Zeus :



Bras robotiques Zeus



Console Zeus

Figure 17. Système chirurgical robotisé Zeus (51)

Robot micro hand S :



Figure 18 : .Console du chirurgien pour Micro Hand S. La console du chirurgien se compose des éléments : (1) dispositif d'affichage des images, (2) bras maître gauche, (3) bras maître droit, (4/7) colonne de support, (5) accoudoir, et (6) système de commande.



Figure 19. Console du patient pour Micro Hand S. La console du patient se compose des éléments suivants : (1) bras de suspension, (2) colonne de levage, (3) bras esclave, (4) système de commande électrique et (5) socle.

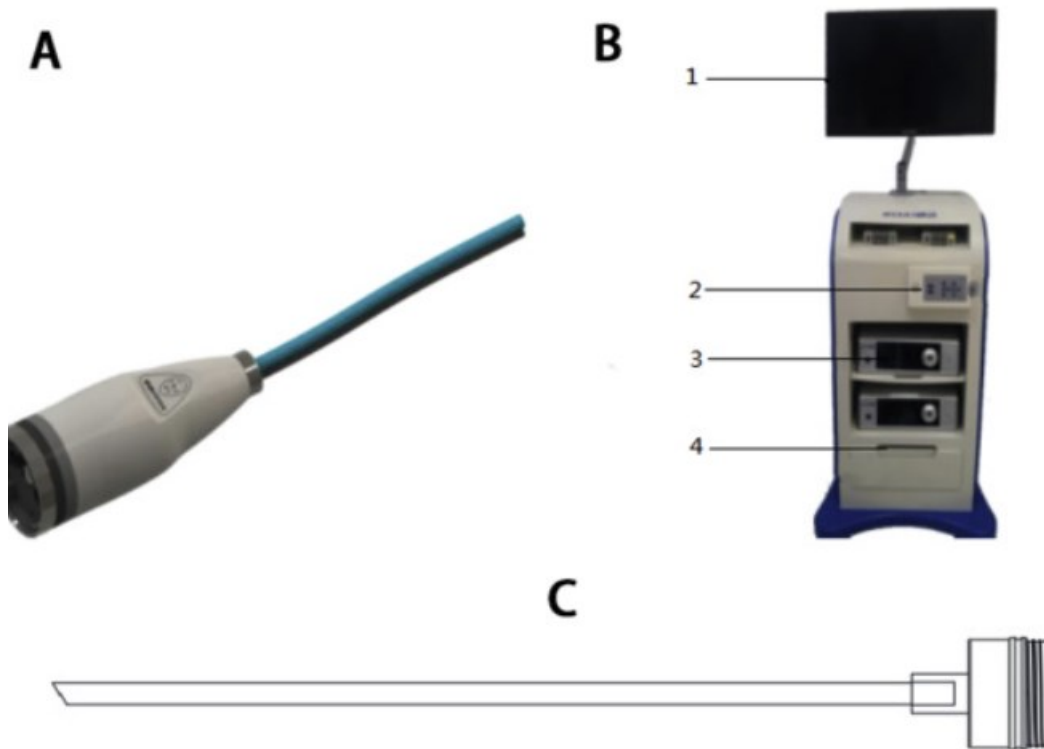


Figure 20. Système d'imagerie tridimensionnelle de Micro Hand S. Le système d'imagerie tridimensionnelle se compose des éléments suivants : A. modules de caméra, B. machine ergonomique et afficheur, et C. laparoscopie tridimensionnel. La machine ergonomique et l'afficheur comprennent les éléments suivants : (1) unité d'affichage des images, (2) panneau de commande, (3) lumière froide et (4) armoire.

ROBOT SENHANCE :



Figure 21. Robot opératoire pour chirurgie laparoscopique Senhance®

ROBOT TOUMAI :

Le système de chirurgie laparoscopique assistée par robot Toumai®, en tant que dispositif médical invasif minimal avancé intégrant des connaissances multidisciplinaires, se compose de la console du chirurgien, du chariot du patient et du véhicule d'imagerie. Grâce à la technologie de télé-opération, Toumai® permet au chirurgien de s'asseoir en dehors de la zone de chirurgie aseptique pour effectuer l'opération, ce qui réduit la charge de travail des chirurgiens. En intégrant les avantages de la technologie robotique, la chirurgie sera moins invasive, plus précise, plus stable et plus sûre. Toumai® peut être utilisé en chirurgie urologique, générale, gynécologique et thoracique.

Afin de promouvoir la décentralisation des ressources médicales de haute qualité, Toumai®, associé à la dernière technologie 5G, a réalisé avec succès de nombreuses téléchirurgies 5G sur des milliers de kilomètres. Ces interventions chirurgicales ont impliqué des procédures difficiles et complexes dans divers domaines tels que la chirurgie générale, l'urologie, la chirurgie thoracique, la gynécologie et la chirurgie pédiatrique, établissant souvent des records mondiaux pour les premières de ce type. Cette approche s'affranchit des limites géographiques de la technologie médicale, transforme les modèles de diagnostic et de traitement pour les médecins, place les patients au centre des services médicaux, améliore le niveau d'homogénéité médicale et apporte de grands avantages aux patients.



Figure 22. Robot toumai.

Laparoscope électronique DFVision® 3D :

Le laparoscope électronique DFVision® 3D utilise une structure « chip-on-tip » comprenant deux objectifs d'imagerie à haute résolution. En fournissant une résolution HD complète des images doubles, DFVison® réduit considérablement le poids du laparoscope en évitant d'appliquer la structure optique traditionnelle. L'imagerie 3D et la richesse des couleurs permettent de présenter avec précision les détails du champ opératoire. La visualisation améliorée et l'affichage précis de l'anatomie des organes humains sont plus pratiques pour les chirurgiens et raccourcissent leur courbe d'apprentissage.

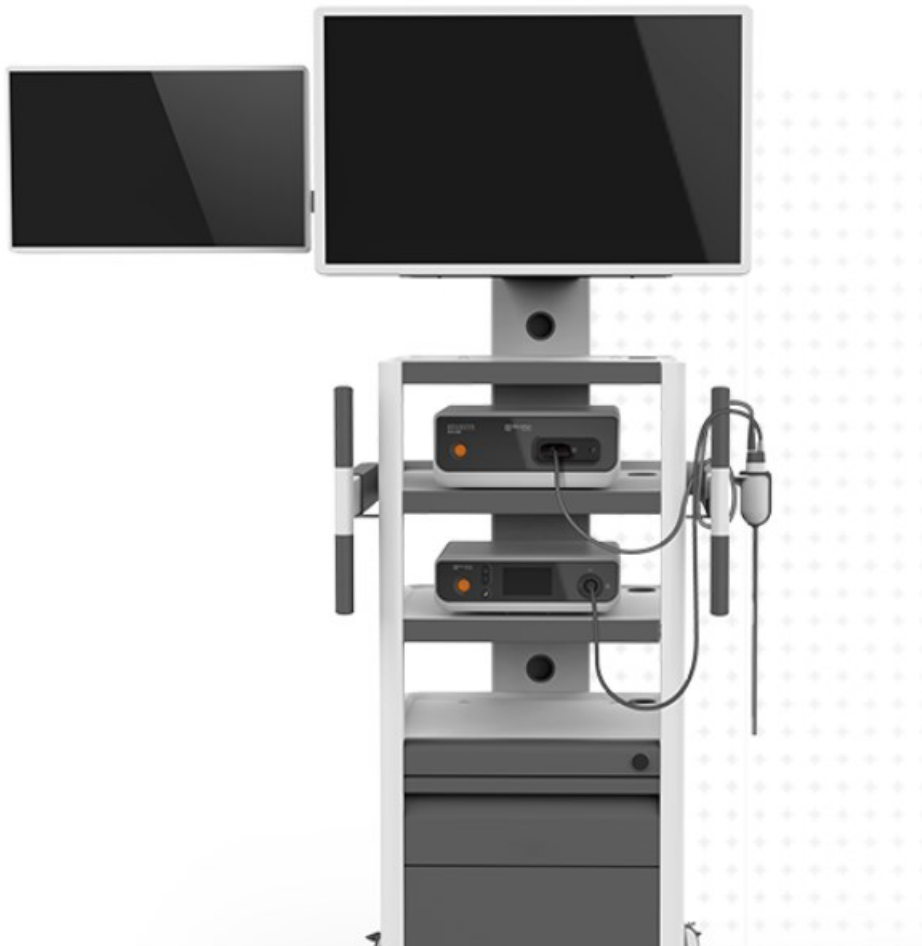


Figure 23. Laparoscope électronique DFVision® 3D

ROBOT DAVINCI :

Le système chirurgical DaVinci (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, États-Unis) est depuis longtemps l'étalon-or de la chirurgie assistée par robot, dominant le domaine grâce à son interface conviviale pour le chirurgien. Depuis son introduction, il est devenu synonyme de prostatectomie radicale assistée par robot (RARP) mini-invasive, connue pour ses avantages significatifs

Nous allons décrire dans notre travail le DaVinci surgical system on décrira ses **différentes composantes** ainsi que ses **différents Instruments**



A. Différentes composantes du robot DAVINCI

En tant que système de chirurgie robot-assistée multiport le plus utilisé au monde, da Vinci Xi est une référence et offre des capacités éprouvées pour un large éventail de procédures. Doté d'une instrumentation et d'une imagerie avancées, ainsi que de fonctionnalités telles que l'imagerie par fluorescence Firefly et le système de Table Motion intégré ; il est polyvalent et flexible. Son automatisation de l'installation et son guidage favorisent l'efficacité du bloc opératoire.



1-Instruments

3- Energie

2-Agrafage

4- imagerie

Figure 24. Da Vinci Xi : La référence en matière d'excellence de la chirurgie robot-assistée multiport (23)

Da Vinci SP est conçu de manière unique pour la chirurgie à incision unique ou par orifice naturel². Un seul bras fournit trois instruments multiarticulés et un endoscope³ DHD pour une visibilité et un contrôle dans les espaces chirurgicaux étroits. Ce système à port unique, polyvalent et très performant, peut vous aider à réaliser des interventions plus ou moins complexes sur de nouveaux patients



Figure 25. DA Vinci SP :la chirurgie à port unique

Offrant des capacités fondamentales dans une plateforme orientée vers les résultats, da Vinci X est le point d'entrée au programme de robotique. Construit sur la même architecture de bras que da Vinci Xi, da Vinci X vous permet de standardiser les mêmes instruments de base et les mêmes technologies d'imagerie. Da Vinci X comprend une installation et un placement de port rationalisés, ainsi que le même chariot d'imagerie et la même console du chirurgien que ceux de da Vinci Xi



Figure 26. Da Vinci X : Un point d'entrée fondamental (23)

L'agence américaine des produits alimentaires et médicamenteux (FDA) a accordé l'autorisation 510(k) pour le da Vinci 5, le système chirurgical robot-assistée multiport de nouvelle génération d'Intuitive. Nous nous préparons à étendre le déploiement du système chirurgical da Vinci 5 en Europe, en fonction des exigences réglementaires de chaque pays, afin de garantir le plus haut niveau de qualité et de sécurité.

Le da Vinci 5 n'est pas marqué CE et ne peut pas être mis sur le marché ni mis en service.



Figure 27. Da Vinci 5 (23)

Pensé pour optimiser l'espace de travail chirurgical interne comme externe, le système chirurgical da Vinci Xi comprend des bras multiarticulés installés sous une potence rotative.

A partir d'un seul et même emplacement, l'équipe chirurgicale a une liberté de positionnement des bras accrue. Le chirurgien peut opérer sur plusieurs quadrants¹, ce qui lui permet d'envisager la réalisation d'une grande variété de procédures mini-invasives

Des bras plus fins et des instruments plus longs facilitent le positionnement des ports. (24)



Figure 28. Liberté de positionnement (24)

Avec la technologie Integrated Table Motion, vous pouvez, sans interrompre l'intervention, repositionner le patient pour optimiser l'accès, l'exposition et la portée¹.



Figure 29. Mobilisation peropératoire du patient (24)

Durant une intervention, le petit endoscope peut être placé sur n'importe quel bras, vous offrant plus de flexibilité pour visualiser le site opératoire



Figure 30. Visibilité accrue (24)

Depuis plusieurs décennies, Intuitive travaille aux côtés d'équipes chirurgicales pour aider à rationaliser la chirurgie robot-assistée. Les caractéristiques du système chirurgical da Vinci Xi a ainsi été conçues pour un démarrage plus rapide des interventions robot-assistées et pour la simplification de tâches essentielles

Une interface unique propose une installation guidée, à la fois visuelle et audio, pour une configuration, une prise en main et un déploiement rapides

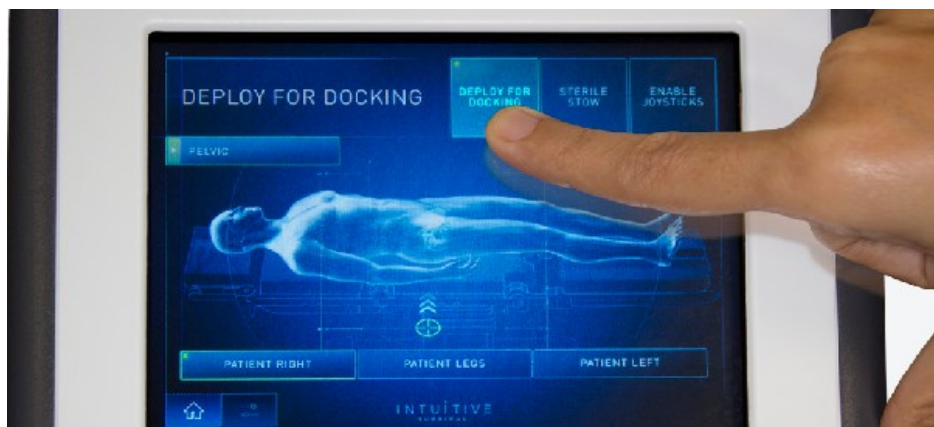


Figure 31. Démarrage simplifié (24)

Déplacez le chariot patient vers la table d'opération à l'aide du laser ciblage afin de faciliter la connexion aux ports.



Figure 32. Approche adaptée (24)

Insérez l'endoscope de telle sorte que l'anatomie cible est visible. Maintenez ensuite le bouton de ciblage appuyé afin que les autres bras se positionnent automatiquement.



Figure 33. Alignement des bras facilité (24)

Le générateur intégré ERBE VIO dV vous permet de définir avec précision la puissance de sortie et de changer de modes, directement depuis la console du chirurgien.



Figure 34. Contrôle de l'énergie (24)

En choisissant le système chirurgical da Vinci Xi, vous pouvez utiliser les mêmes instruments que pour le système chirurgical da Vinci X et ainsi harmoniser vos sets d'instruments.

L'imagerie par fluorescence Firefly intégrée vous permet de visualiser et évaluer en temps réel les vaisseaux, les voies biliaires et la vascularisation des tissus.

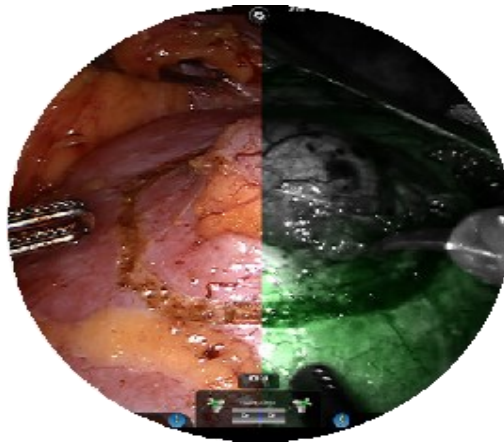


Figure 35. Imagerie Firefly (24)

La pince de thermofusion Vessel Sealer Extend permet de saisir, sceller, sectionner et disséquer



Figure 36. Un instrument polyvalent (24)

La gamme d'agrafage Da Vinci propose un choix complet d'agrafeuses et de recharges (30, 45 et 60 mm). Celle-ci offre des mors entièrement articulés, un contrôle total du chirurgien depuis la console et une technologie d'agrafage assistée par logiciel.



Figure 37. Agrafage précis (24)

La pince à préhension bipolaire Force Bipolaire avec technologie Dual Grip permet de rationaliser la chorégraphie d'instruments et limiter les interruptions de procédure en réduisant les changements d'instruments.



Figure 38. Une pince, deux forces de préhension (24)

Comparaison des systèmes

Da Vinci X



Da Vinci Xi



Tableau 4. Comparaison des systèmes Da Vinci X / Da Vinci Xi (24)

Technologie centrale		
Compatible avec le logiciel da Vinci OS4	✓	✓
Mouvement intuitif	✓	✓
Technologie EndoWrist	✓	✓
Visionneuse stéréo 3DHD immersive	✓	✓
Architecture évolutive	✓	✓
Améliorations technologiques¹		
Compatible avec la double console	✓	✓
Technologie Single-Site	✓	✓
Vessel Sealer Extend	✓	✓
Imagerie par fluorescence Firefly	✓	✓
Endoscope et instruments multi-ports	✓	✓
Energie intégrée	✓	✓
Gamme de produits d'agrafage da Vinci	✓	✓
Plateforme modulaire	✓	✓
Caméra portable	✓	✓
Endoscope Plus	✓	✓
Améliorations des capacités¹		
Positionnement des ports simplifié	✓	✓
Accès anatomique plus étendu	×	✓
Technologie "Integrated Table Motion"	×	✓
Potence rotative	×	✓
Améliorations ergonomiques¹		
Étapes d'installation automatisées	×	✓
Réglages peropératoires avancés	×	✓
Positionnement universel du chariot	×	✓
Accès au patient optimisé	×	✓

Le système chirurgical da Vinci Xi est constitué des trois éléments principaux suivants : (24)

1.

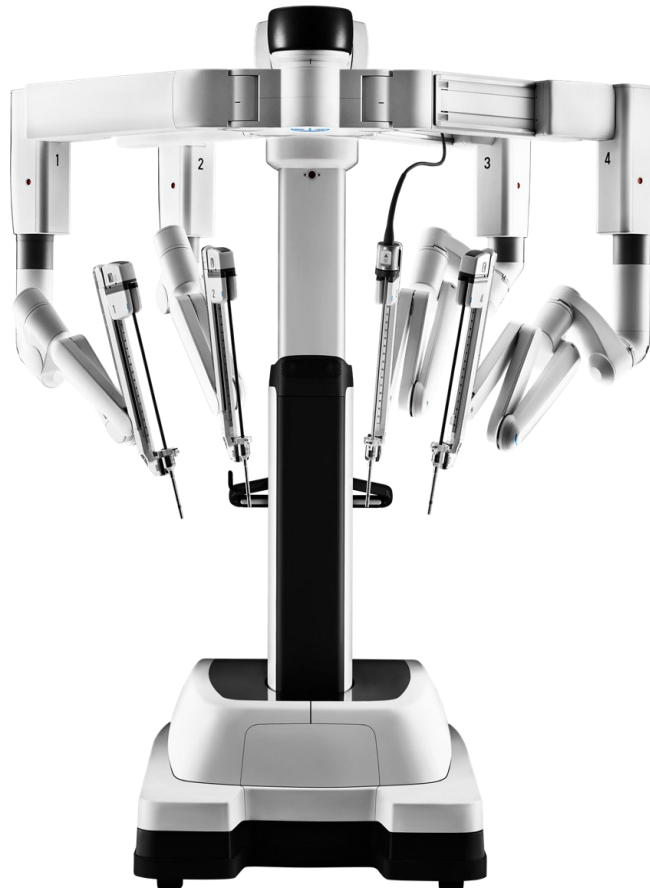


Figure 39. Un chariot patient unique (24)

2.

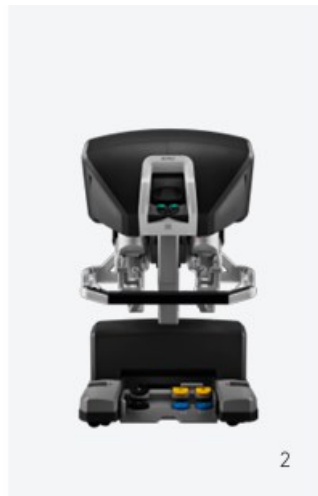


Figure 40. Une console du chirurgien immersive et ergonomique (24)

3.



Figure 41. Un chariot d'imagerie muni d'un système d'imagerie 3DHD dernière génération (24)

B. Instrumentations

INSTRUMENTS ENDOWRIST® DE 8 MM

4 Instruments de cautérisation monopolaire EndoWrist

4 Instruments de cautérisation bipolaire EndoWrist

5 Pincés à clip EndoWrist

5 Porte-aiguilles EndoWrist

6 Pincés EndoWrist

6 Ciseaux EndoWrist

7 Instruments spécialisés

7 Instrument à énergie ultrasonique

7 Irrigation par aspiration

7 Scelleurs de vaisseaux

7 Scelleur de vaisseaux Extend

COMPOSANTS D'AGRAFAGE DA VINCI

8 Kits de démarrage d'agrafage EndoWrist

8 Instrument et accessoires pour agrafeuse

9 Recharges d'agrafeuses

9 12 mm et système d'accès à l'agrafeuse

ACCESOIRES DA VINCI® XI/ X

10 Da Vinci X Drapes

10 Da Vinci Xi Drapes

10 Da Vinci Xi/X Cône de Hasson

10 Da Vinci Xi/X Accessoires réutilisables

11 Canules, obturateurs et joints de 8 mm

11 Accessoires pour instruments à usage unique de 8 mm

DA VINCI XI/ X VISION EQUIPMENT

11 Endoscopes de 8 mm

11 Plateau de stérilisation

ACCESSES D'ÉNERGIE

12 câbles d'activation d'énergie Da Vinci Xi/X

12 cordons d'instrument d'énergie

OPTIONS D'AMÉLIORATION DU DA VINCI XI

12 Simulateur de compétences

12 Mise à niveau du da Vinci Xi Integrated Table Motion

INSTRUMENTS ENDOWRIST® DE 8 MM

Instruments de cautérisation monopolaire EndoWrist (22)



Ciseaux Hot Shears™ (Ciseaux courbes monopolaires)

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
----------------	-----------------

Référence	470179
-----------	--------

Représenté avec le couvercle de l'embout	400180
---	--------



Crochet de cautérisation permanent

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
----------------	-----------------

Référence	470183
-----------	--------



Spatule à cautère permanent

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
----------------	-----------------

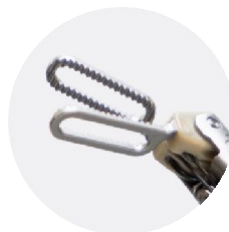
Référence	470184
-----------	--------

Instruments de cautérisation bipolaire EndoWrist (22)



Pince bipolaire Maryland

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470172



Pince bipolaire fenêtrée

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470205



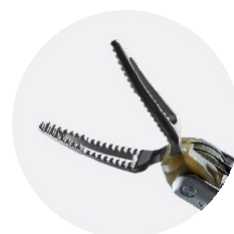
Dissecteur bipolaire courbe

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470344



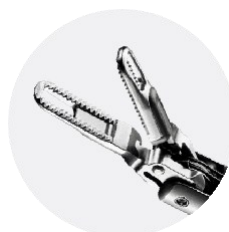
Pince micro bipolaire

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470171



Grasper bipolaire long

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470400



Force Bipolaire

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470405

Pinces à clip EndoWrist (22)



Applicateur de clip moyen-large

Da Vinci Xi, X	100 Fermetures
Référence	470327



Grand applicateur de clips

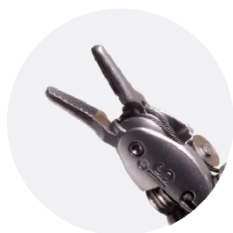
Da Vinci Xi, X	100 Fermetures
Référence	470230
	#544240



Petit applicateur de clips

Da Vinci Xi, X	100 Fermetures
Référence	470401

Porte-aiguilles EndoWrist (22)



Grand enfonceur d'aiguilles

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470006



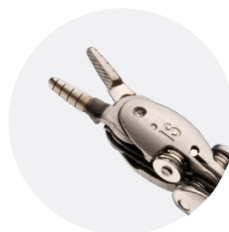
Porte-aiguille Mega SutureCut™

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470309



Mega™ Needle Driver

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470194



Grand porte-aiguille SutureCut™

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470296

Ciseaux EndoWrist (22)



Ciseaux Potts

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470001



Ciseaux à bouts ronds

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470007

Pinces EndoWrist (22)



ProGrasp™ Forceps

Da Vinci Xi, X	10 utilisations
Référence	470093



Tenaculum Forceps

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470207



Pince à long bec

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470048



Grasper fenestré Tip-Up

Da Vinci Xi, X	10 Référence
Part #	470347



Petit Graptor™ (Rétracteur de préhension)

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470318



Pince Cadiere

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470049



Grasper Cobra

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470190

Instruments spécialisés (22)



Pince Resano

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470181



Écarteur auriculaire droit court

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470246



Rétracteur à double lame

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470249



Pince Micro Black Diamond

Da Vinci Xi, X	15 Utilisations
Référence	470033



Grattoir pour sonde cardiaque

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470215



Pince De Baker

Da Vinci Xi, X	10 Utilisations
Référence	470036

Instrument à énergie ultrasonique (22)



Ciseaux courbes Harmonic ACE

Da Vinci Xi, X	Boîte de 6/Utilisation unique
Référence	480275

Irrigation par aspiration (22)



EndoWrist® Irrigateur à succion

Da Vinci Xi, X	Boîte de 6/Utilisation unique
Référence	480299

Scelleurs de vaisseaux (22)



Scelleur de cuve

Da Vinci Xi, X	Boîte de 6/Utilisation unique
Référence	480322



Scelleur de cuve Extend

Da Vinci Xi, X	Boîte de 6/Utilisation unique
Référence	480422

COMPOSANTS D'AGRAFAGE DA VINCI

Tableau 5. Kits de démarrage d'agrafage EndoWrist (22)

Kit de démarrage du système d'agrafeuse EndoWrist – 45 mm.

Fournit un total de 100 cuissons avec 2 instruments EndoWrist Stapler 45 et comprend le Produit de formation nécessaire.

CODE DE L'ÉLÉMENT	QT Y	DESCRIPTION DU PRODUIT
381251	2	Instrument EndoWrist Stapler 45, jetable
	1	Gaine de l'agrafeuse EndoWrist (boîte de 10), à usage unique
	2	Kit de canules d'agrafage EndoWrist, réutilisable
	1	12 mm & agrafeuse Canule scellée (boîte de 10), à usage unique
	2	Réducteur 12 – 8 mm (boîte de 6), à usage unique
	1	Kit d'utilisation de l'agrafeuse EndoWrist

Tableau 6. Kit de démarrage du système d'agrafeuse EndoWrist sans kit de canules 45 mm (22)

Fournit un total de 100 cuissos avec 2 instruments EndoWrist Stapler 45 et inclut le produit de formation nécessaire.

CODE DE L'ÉLÉMENT	QT Y	DESCRIPTION DU PRODUIT
381252	2	Agrafeuse EndoWrist 45 Instrument, réutilisable
	1	Gaine de l'agrafeuse EndoWrist (boîte de 10), à usage unique
	1	12 mm & agrafeuse Canule scellée (boîte de 10), à usage unique
	2	Réducteur 12 – 8 mm (boîte de 6), à usage unique
	1	Kit d'utilisation de l'agrafeuse EndoWrist

Tableau 7. Instruments de l'agrafeuse (22)

CODE DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT	QT Y/ BOX	UTILISATIONS
	470298 Instrument EndoWrist Stapler 45	1	50
	470545 Agrafeuse EndoWrist 45 Instrument à pointe incurvée	1	50
	470430 Agrafeuse EndoWrist 30 Instrument	1	50
	470530 Agrafeuse EndoWrist 30 Instrument à bout recourbés	1	50
	480460 Instrument SureForm™ 60	6	Usage unique

Tableau 8. Accessoires pour l'agrafeuse EndoWrist (22)

PPRODUIT	CODE DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION	QTY/BOX	US
	0	Gaine de l'agrafeuse EndoWrist (boîte de 10)	10	1 UTILISATIO NSS
	381215	Kit de libération de l'agrafeuse EndoWrist	1	NA

Tableau 9. Aagrafeuse rechargeable (22)

CODE DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT	QTY / BOX	USE S
	48360W Recharge, SureForm 60, 2.5 blanc, 6 rangées	12	1
	48360B Recharge, SureForm 60, 3.5 bleu, 6 rangées	12	1
	48360G Recharge, SureForm 60, 4.3 Vert, 6 rangées	12	1
	48360T Recharge SureForm 60, 4.6 Noir, 6 rangées	12	1
	48645W Recharge EndoWrist 45, 2.5 blanc, 6 rangées	12	1
	48645B Recharge EndoWrist 45, 3.5 Bleu, 6 rangées	12	1
	48445G Recharge EndoWrist 45, 4.3 Vert, 4 rangées	12	1
	48630M Recharge EndoWrist 30, 2.0	12	1

Gris, 6 rangées				
	48630W	Recharge EndoWrist 30, 2.5	12	1
Blanc, 6 rangées				
	48630B	Recharge, EndoWrist 30 3.5,	12	1
Bleu, 6 rangées				
	48630G	Recharge, EndoWrist 30, 4.3, Vert, 6 rangées	12	1

Tableau 10. Système d'accès à l'agrafeuse (22)

CODE DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT	QTY/ BOX	USE S
Le kit de canule agrafeuse			
	470443 EndoWrist comprend: 1 – Canule EndoWrist 12 mm et agrafeuse (100 mm) 1 – Obturateur émoussé EndoWrist 12 mm et agrafeuse	1	NA
470375	12 mm et canule d'agrafage (100 mm)	1	NA
470376	12 mm et agrafeuse Obturateur émoussé	1	NA
	470389 12 mm et canule d'agrafage, longue (150 mm)	1	NA
	470390 12 mm et agrafeuse Obturateur émoussé, long	1	NA



470380	12 mm & joint de canule d'agrafeuse (boîte de 10)	10	1	procedure
--------	---	----	---	-----------



470381	Réducteur 12 – 8 mm (boîte de 6)	6	1	procedure
--------	----------------------------------	---	---	-----------



470395	12 mm et agrafeuse Obturateur sans lame	1	NA	
--------	---	---	----	--



470396	12 mm et agrafeuse Obturateur sans lame, long	1	NA	
--------	---	---	----	--

ACCE SSORIE S DA VINCI® XI/ X

Tableau 11. Da Vinci X Drapes (22)

CODE DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT	QT	Y/ BOX
470015	Drape de bras (boîte de 20)		20
470473	Bras-4 Extension Drape (boîte de 20)		20

Tableau 12. Da Vinci Xi® Drapes (22)

CODE	DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT	QT	Y/ BOX
470015		Drape de bras (boîte de 20)		20
470341		Drap de colonne (boîte de 20)		20

Tableau 13. Da Vinci Xi/X Cône de Hasson (22)

CODE DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT	QT Y/ BOX
 470398	8 mm Hasson Cone	1
 470399	12 mm Hasson Cone	1

Tableau 14. Da Vinci Xi/X Accessories réutilisables (22)

CODE DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT	QT Y/ BOX
381216*	Kit de libération des instruments Da Vinci Xi/X (IRK)	1
470397	Da Vinci Xi/X Gage Pin (boîte de 3)	3
380989	Kit de câbles en fibre bleue	1
342562	Introduceur d'instrument	1

Tableau 15. Canules, obturateurs et joints de 8 mm (22)

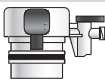
CODE	DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT	QTY/ BOX
	470361	Joint de canule 5 mm – 8 mm (boîte de 10)	10
	470002	Canule de 8 mm	1
	470004	Canule de 8 mm, longue	1
	470008	Obturateur émoussé de 8 mm	1
	470009	Obturateur émoussé de 8 mm, long	1
	470359	Obturateur sans lame de 8 mm (optique) (boîte de 6)	6
	470360	Obturateur sans lame de 8 mm, long (optique) (boîte de 6)	6

Tableau 16. Accessoires pour instruments à usage unique de 8 mm (22)

CODE	DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT	QTY/ BOX
	400180	Accessoire pour le couvercle de l'embout (boîte de 10)	10

DA VINCI XI/ X VISION EQUIPMENT

Tableau 17. Endoscopes de 8 mm (22)

	CODE DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT
	470026	Da Vinci Xi/X Endoscope avec caméra, 8 mm, 0°.
	470027	Da Vinci Xi/X Endoscope avec caméra, 8 mm, 30°

Tableau 18. Plateau de stérilisation (22)

CODE DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT
 400490	Plateau de stérilisation pour endoscope Da Vinci Xi/X

ACCESSOIRES D'ÉNERGIE

Tableau 19. Câbles d'activation d'énergie Da Vinci Xi/X (22)

CODE DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT	QUANTITÉ / BOÎTE
 371716	Câble d'activation d'énergie, Covidien, Force Triad	1
371870	Câble d'activation d'énergie, Ethicon, Gen 11	1

Tableau 20. Cordons d'instrument d'énergie (22)

CODE	DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT	QT Y/ BOX
	470383	Cordon d'instrument d'énergie monopolaire (13 ft. / 4 m)	1
	470384	Cordon d'instrument pour l'énergie bipolaire (17 ft. / 5 m)	1

OPTIONS D'AMÉLIORATION DU DA VINCI XI

Tableau 21. Simulateur de compétences (22)

CODE	DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT	QT Y/ BOX
	373373	Da Vinci Xi/X Skills Simulator™	1
	381129	Câble en fibre bleue, simulateur	1
	372363	Simulateur d'exercices de compétences	1
	600092	Service et avantages de Da Vinci SimNow	1
	377773	Da Vinci SimNow Simulator	1

Tableau 22. Mise à niveau du da Vinci Xi Integrated Table Motion (22)

CODE DE L'ÉLÉMENT	DESCRIPTION DU PRODUIT	QTY/ BOX
	600062 Mise à jour matérielle et logicielle du mouvement de table intégré1	1

LA TECHNIQUE DE LA PROSTATECTOMIE RADICALE ROBOT ASSISTÉE

Bien que le concept soit vieux de plusieurs siècles, le terme de « robot », dérivé du tchèque robota (= travail, besogne, corvée) n'est apparu pour la première fois qu'en 1920, dans la pièce de théâtre de Karel Capek dans laquelle un androïde conçu par un savant était capable d'accomplir tous les travaux d'un homme.

Ainsi, au sens strict du terme, un robot est un appareil capable d'agir de façon automatique pour une fonction donnée, ce qui ne correspond pas à l'usage qui en est fait en chirurgie. Les premiers robots chirurgicaux datent du milieu des années 1980, mais n'ont jamais été que des « télémanipulateurs » avec un système « maître-esclave » où le chirurgien contrôle à distance les mouvements d'un ou plusieurs bras robotisés. La machine agit sous la direction d'un chirurgien, tout en permettant, grâce à l'informatisation, une amélioration de ses capacités. C'est un pantographe sophistiqué.

Le marché actuel est dominé par le robot da Vinci, tant en nombre de machines qu'en nombre d'interventions réalisées, avec des applications de plus en plus majoritairement urologiques.

I. HISTORIQUE :

Plusieurs systèmes ont été développés au cours de la dernière décennie, avec des applications qui sont restées expérimentales pour certains ou avec des applications cliniques pour d'autres, voire un développement commercial actuellement exponentiel pour l'un d'entre eux.

AESOP, Automated Endoscopic System for Optimal Positioning (Computer Motion puis Intuitive Surgical) est le premier système assisté par robot utilisé à partir de 1994 en urologie pour positionner le bras porteur de l'endoscope de cœlioscopie. Contrôlé par la voix, il permet par des ordres simples de déplacer l'endoscope sans nécessiter de mobiliser une main d'un assistant, et en assurant une plus grande stabilité de l'image (Fig. 42).

EndoAssist (Armstrong Healthcare) est un système analogue plus récent, monté sur un chariot indépendant (et non fixé sur la table d'opération), comprenant un pointeur optique monté sur un casque, similaire au système de visée utilisé par les pilotes d'hélicoptère Apache et permettant de diriger le bras du robot (Fig. 43).

ZEUS (Computer Motion puis Intuitive Surgical) a été le premier système « maître-esclave » en 1998 à permettre des interventions de téléchirurgie: le chirurgien est assis à la station de travail « maître », à quelques mètres de distance des bras opérateurs du robot. Il visualise le champ opératoire en 2D (ou 3D sur la dernière version) et manipule deux manettes pour diriger les mouvements des bras du robot fixés sur la table

d'opération. La commande de la caméra se fait de la même façon qu'avec AESOP (Fig. 44)

Depuis la fusion entre les firmes Computer Motion et Intuitive Surgical, la commercialisation du système ZEUS a été arrêtée. AESOP reste seul disponible à la vente.

da Vinci (Intuitive Surgical) a également été développé à partir de 1998. Ce robot comporte trois (ou maintenant quatre) bras télécommandés : un endoscope (trocart de 12 mm) fixé sur un premier bras télécommandé comporte deux canaux optiques séparés (œil droit-œil gauche) reliés à deux caméras tri-CCD et fournit ainsi une réelle vision en 3D (Fig. 45). L'agrandissement de l'image dépend de la position de l'endoscope par rapport au champ opératoire, mais peut atteindre 10 fois. Le chirurgien est confortablement assis à une console à distance du champ opératoire avec ses mains situées dans l'axe de vision, ce qui lui donne l'impression d'une immersion dans le champ opératoire, sans autres informations visuelles susceptibles de le distraire (Fig. 46).

Il dispose de deux manettes commandant les extrémités des instruments endocorporels (trocarts de 10 mm).

À ses pieds, plusieurs pédales permettent de prendre le contrôle de la caméra, de la déplacer, de débrayer les instruments pour se repositionner dans une position plus confortable, d'actionner la coagulation et le réglage de la netteté (Fig. 47).

Le 4^e bras, disponible de façon plus récente, est commandé de la même façon par l'opérateur, et permet au chirurgien de s'autoassister (Fig. 48).

Le système original des articulations endocorporelles (EndoWrist®) et la numérisation des mouvements du chirurgien apportent une agilité endoscopique nettement supérieure à celle de la cœliochirurgie classique.

Les instruments du robot sont articulés avec 7 degrés de liberté (reproduisant les degrés de liberté du membre supérieur humain) pour 5 degrés en cœliochirurgie standard (Fig.49).

Les mouvements réalisés à la console correspondent à ceux obtenus dans le champ opératoire, sans l'effet pivot qui rend difficile l'apprentissage de la cœliochirurgie classique.

L'interface informatique permet de démultiplier les mouvements (jusqu'à un rapport de 1/5), en les adaptant à l'agrandissement de l'image, alors qu'en cœliochirurgie, l'amplitude des mouvements dépend de la longueur des instruments endocorporels.

Un filtre élimine certains tremblements ou mouvements intempestifs, alors qu'en cœlioscopie les tremblements naturels sont amplifiés à l'extrémité des instruments, et que leur amplitude augmente avec la longueur de l'instrument.

D'autres robots existent, développés pour diverses spécialités chirurgicales.



Figure 42. AESOP (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning, Computer Motion puis Intuitive Surgical) : premier système assisté par robot utilisé pour tenir l'endoscope et commandé par la voix



Figure 43. EndoAssist, système de contrôle de l'optique, monté sur un chariot indépendant et commandé depuis un casque



Figure 44. ZEUS, premier système « maître-esclave »



Figure 45. Système de vision da Vinci. Deux caméras tri-CCD fournissent une réelle vision en 3D. Les mains sont dans l'axe du regard, donnant l'impression au chirurgien de les plonger dans le champ opératoire



Figure 46. Console de commande da Vinci. Le chirurgien est installé confortablement, bras appuyés et regard « immergé » dans le champ opératoire.



Figure 47. Instruments de commande da Vinci. Sous le cockpit se trouvent les joysticks de commande des instruments, et aux pieds les commandes de déplacement de caméra, de mise au point, de débrayage des instruments et de bistouri électrique.



Figure 48. Robot da Vinci « S » avec quatre bras. Dernier-né de la firme Intuitive chirurgie, vendu 1 400 000 euro



Figure 49. Instruments da Vinci. Les 7 degrés de liberté reproduisent ceux du membre supérieur humain.

II. Applications cliniques :

Le robot da Vinci a été initialement développé dans l'optique d'une application cardiovasculaire. Les travaux des premières équipes, en particulier celles qui comme à Nancy ont eu dès 2000 une activité multidisciplinaire, ont progressivement amené à considérer l'usage de ce robot pour d'autres spécialités. L'urologie s'est progressivement révélée être celle avec le plus de potentialités. On est cependant au début d'une nouvelle ère chirurgicale, et les travaux pas encore publiés réalisés par des équipes de chirurgie digestive ou cardiovasculaire entre autres, laissent penser que de multiples actes actuellement considérés comme complexes pourront être envisagés en chirurgie mini- invasive grâce à la robotique.

Cancer de la prostate: Le développement du traitement laparoscopique assisté par robot du cancer de prostate est responsable d'une explosion des ventes du système sur le territoire nord-américain (une machine vendue tous les quatre jours au 2^e semestre 2005).

Les premières prostatectomies robot-assistées ont été réalisées par Binder en Allemagne et Abbou en France. (27)

Aux États-Unis, après une expérience initiale où il a été aidé par l'équipe de Montsouris, Menon a très rapidement acquis une autonomie et développé sa technique de prostatectomie, avec actuellement plus de 2 500 cas (28,29)

Selon la firme Intuitive, 6 000 prostatectomies-robot ont été réalisées en 2004, 17 000 en 2005, et 40 000 en 2006.

Ahlering, chirurgien n'ayant pas d'expérience en chirurgie laparoscopique, a débuté la prostatectomie robot par un jour d'entraînement sur la machine puis deux cas sur cadavre avant d'effectuer 45 prostatectomies laparoscopiques assistées par robot, avec des résultats au moins équivalents à ceux qu'il obtenait en chirurgie ouverte. Il estime la courbe d'apprentissage à une dizaine de cas (30)

Pour des centres n'ayant pas d'expérience de la laparoscopie, nombreux aux États-Unis, et dont le recrutement se trouve aspiré par les grands centres ayant acquis un robot (qui ont en outre une politique marketing à l'américaine) le système da Vinci devient une étape incontournable pour rester dans la course.

En dehors de cette application commercialement phare, le robot est utilisé dans de nombreuses autres applications urologiques avec d'excellents résultats.

III. Formation préclinique à la chirurgie robotisée :

Nous insistons sur le rôle de l'assistant et de l'instrumentiste, en sachant que leur performance a des répercussions directes sur celle du chirurgien à sa console. Ils représentent en effet le relais indispensable entre l'opérateur et son patient. Ils sont garants de l'intégrité corporelle du patient, du bon fonctionnement des bras robotisés (conflits), doivent gérer le nettoyage des optiques et leur changement (0° et 30) avec rapidité et sécurité, introduire et retirer les instruments, fils et clips avec dextérité et signaler tout événement inattendu au chirurgien comme les variations de pression ou les résistances à l'introduction des instruments.

Cette formation comporte trois temps distincts : manipulation à blanc du robot, de ses bras et des instruments, mise en place chez le patient sous la supervision directe du chirurgien avant d'assurer de manière autonome les fonctions de chirurgien assistant. Cette dernière étape suppose une maîtrise préalable des différents temps opératoires et des missions dévolues à l'assistant, ce qui nous a conduit à segmenter l'intervention en 11 temps opératoires distincts. Le matériel utilisé est détaillé dans le tableau 23.

Tableau 23. Matériel utilisé pendant la procédure

<i>Instruments robot</i>
Maryland Bipolaire
Prograsp Forceps (ref 420093 Da Vinci S®)
Needle Driver*2
Monopolar curved scissors (ref 420179 Da Vinci S®)
<i>Instruments cœlioscopiques</i>
Ciseaux
Pinces fenêtrées
Pince pointue
Aspiration
Pinces A Hem-o-lok®
Hem-o-lok®
Vert 5 mm
Violet 10 mm
<i>FILS</i>
Plexus De Santorini
PDS 2/0, 26 mm, 18 cm
Suspension uretrale
PDS 2/0 26 mm de 30 cm
Suspension vesicale
PDS 2/0 26 mm
Rocco
PDS 3/0 *2
Anastomose UV
PDS 3/0
Reconstruction antérieure
PDS 3/0

IV. Le rôle de l'IBODE en chirurgie robotique urologique

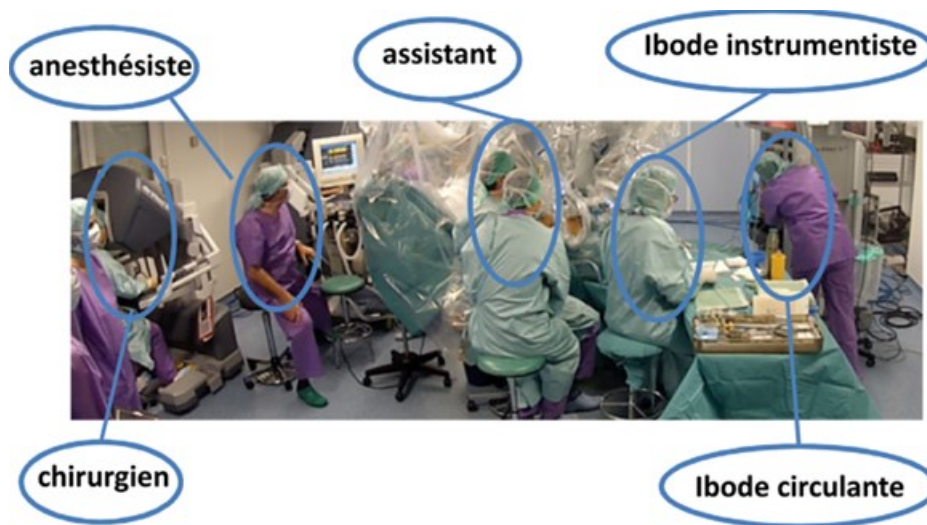


Figure 50. Vue globale bloc robot : équipe éclatée.

A. IBODE : Infirmier de bloc opératoire diplômé d'état.

Comme pour toute intervention chirurgicale, les dispositifs médicaux nécessaires à la procédure sont préparés en amont. Une instrumentation classique pour coelioscopie à laquelle on ajoutera les dispositifs médicaux spécifiques à la Ibode et chirurgie robotique : canules (trocar) dédiées, instruments spécifiques s'adaptant sur les bras du robot, housses stériles pour chacun des bras du robot, et l'optique spécifique. L'ouverture de salle se réalise de la même manière qu'en chirurgie conventionnelle : vérification de tous les dispositifs médicaux tels que l'éclairage opératoire, table de chirurgie, aspiration, générateurs d'électrocoagulation, etc. Pour certaines chirurgies à risque hémorragique, une table de conversion est également préparée. À cela s'ajoutent les câbles de connexion des différents éléments du robot (chariot patient, colonne d'imagerie et console chirurgien) composés de fibre optique, ainsi que leurs cordons d'alimentation électrique. La mise sous tension confirme, après un autotest de la machine d'une quarantaine de seconde, son

bon fonctionnement. Ces vérifications sont impératives avant d'installer le patient en salle d'intervention, afin de garantir le bon déroulement de la procédure robotique planifiée. La bonne disposition des différents éléments est primordiale afin d'optimiser l'ergonomie et le niveau de sécurité. En effet, la place occupée par les éléments du robot doit pouvoir permettre de circuler autour de ceux-ci tout en préservant les zones stériles du champ opératoire, de la table d'instrumentation et des bras du robot housé stérilement.

B. L'IBODE Circulant(e) :

L'IBODE circulant(e) distribue à l'instrumentiste les dispositifs médicaux stériles requis pour préparer la table stérile. Il manœuvre et présente les bras du robot pour permettre à l'instrumentiste de les houser stérilement. Il participe à l'installation du patient en position opératoire selon le protocole dédié à l'intervention. Il est important de prendre en compte les mouvements des bras du robot en peropératoire afin d'éviter tout contact avec le patient, pouvant créer des lésions à type de compression ou frottements. Le(la) circulant(e) se charge également de positionner le chariot patient sur la zone opératoire pour réaliser l'arrimage de celui-ci aux trocars de cœliochirurgie (spécifiques) permettant l'introduction des instruments. Il adapte la console aux préréglages du chirurgien. En fin d'intervention, l'IBODE circulant déhousse les bras du robot, réalise le bio-nettoyage et le remisage de celui-ci.

C. Instrumentiste :

L'IBODE instrumentiste, après avoir vérifié la présence des dispositifs médicaux stériles requis, s'habille de manière stérile pour préparer la table d'instrumentation, en collaboration avec son(sa) collègue circulant(e). Il prévoit les instruments de coeliochirurgie standards auxquels s'ajoutent les dispositifs spécifiques : instruments et canules dédiées à la chirurgie robot assistée, housses stériles pour les bras robotisés. Pendant l'intervention, il dispense l'instrumentation nécessaire, en anticipant le geste opératoire du chirurgien. Ceci n'est possible que grâce à la connaissance des temps opératoires, en limitant la communication verbale et améliorant ainsi le déroulement de l'intervention [56]. À ces rôles s'ajoutent le contrôle de la sécurité du patient, la gestion des pannes qui nécessitent une spécialisation dans le métier [56] qui peut inquiéter certains. Un soutien accru aux infirmières qui pratiquent la chirurgie robotique devrait être une priorité afin de leur permettre de jouer un rôle plus important dans la chirurgie robotique en évitant un désinvestissement dans leur travail [57]. En fin d'intervention l'IBODE gère les « vies » restantes de chaque instrument et enclenche le processus d'expertise en cas de casse d'un instrument avant l'expiration du nombre théorique des « vies ». Un défaut sur l'instrument entraîne, en effet, un remboursement partiel par le constructeur. Il gère également les boîtes d'instruments en limitant le nombre de stérilisations inutiles des pinces, sources de dégradation.

D. Aide opératoire :

Ce rôle peut être tenu par un chirurgien assistant, un interne ou un IBODE. Sa mission sera d'assister l'opérateur principal en exposant ou aspirant la zone opératoire si nécessaire, en introduisant et retirant le matériel (fils de suture, compresses, bulldogs. . .), en réalisant des hémostases avec des clips par exemple, en utilisant des instruments de coelochirurgie conventionnelle. La chirurgie robotique requiert donc certaines compétences spécifiques en plus de savoirs conventionnels. Ces compétences s'acquièrent par une formation, qui doit être dispensée en amont, et renforcée par une pratique régulière permettant de consolider les acquis et de forger une expérience solide. La formation est capitale pour permettre une bonne adaptation des équipes à ce dispositif médical technologique complexe. Les personnels doivent s'approprier l'outil technologique et être impliquées dans les formations et la rédaction des protocoles [58].

V. Installation du patient :

Les patients sont installés sur « matelas coquille » (figure 51A).

Les avantages sont multiples : rapidité d'installation sans attitude vicieuse, absence de points de pression sur table, protection du patient vis-à-vis des bras du robot. Une table mobile est positionnée en regard du visage du patient, afin de poser la caméra lors de l'amarrage du robot et de protéger le patient d'un éventuel traumatisme facial par la caméra (figure 51B). Les membres inférieurs sont placés dans des jambières mobiles, semi fléchis, permettant à tout moment d'ajuster leur position en fonction de celle du robot (figure 51C). Des géloses sont placées au niveau des coudes et des épaules. Les bas de contention sont systématiques (figure 51D)



Figure 51. Installation du patient. A. Matelas coquille. B. Table de protection. C. Jambière mobile. D. Gélose de protection.

VI. Mise en place des trocars et amarrage du robot :

Le positionnement des trocars est un moment clé de l'intervention conditionnant l'absence de conflit entre les bras du robot et la qualité de l'intervention.

Le robot nécessite trois trocars de 8 mm pour les bras et un trocar de 12 mm pour l'optique. L'assistant utilise un trocar de 10 mm en fosse iliaque gauche et un trocar de 5 mm en sous costal gauche. Après avoir incisé au bistouri électrique sur 3 mm l'aponévrose, les deux berges sont suspendues au Vicryl® 0 afin d'avoir une bonne contre-résistance de la paroi abdominale lors de l'introduction du trocar. En l'absence d'antécédent chirurgical, la création du pneumopéritoine se fait à l'aiguille de Veress, afin d'assurer rapidité et parfaite adéquation entre trocar d'optique et orifice évitant les fuites de gaz durant l'intervention. Le choix des sites d'insertion des trocars se fait une fois le pneumopéritoine obtenu selon des règles strictes (figure 52A). La mise en place des trocars devra se faire perpendiculairement à la paroi abdominale pour ne pas modifier à l'intérieur les repères pris à l'extérieur sur la peau (figure 52B). Le patient est alors positionné à 30° en Trendelenburg. L'amarrage se fera selon la technique habituelle. Il est important de rappeler que la table ne devra plus être mobilisée une fois le robot amarré.

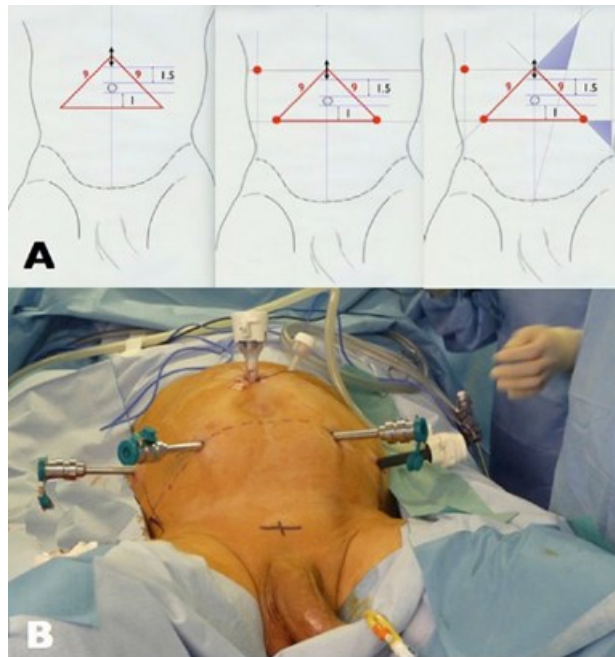


Figure 52. Mise en place des trocars et amarrage du robot. A. Positionnement du trocar d'optique, des trois trocars de 8 mm du robot et zone des deux trocars pour l'assistant (triangles bleus). B. Vue extérieure du positionnement des trocars.

L'opérateur et l'assistant devront alors s'assurer du bon déploiement des bras et de l'absence de points de pression sur le patient avec un intérêt particulier pour le 4e bras dont la position de travail au cours de l'intervention est très proche du bras gauche (figure53)



Figure 53. Déploiement des bras et positionnement du 4e bras (image insérée).

VII. Technique chirurgicale

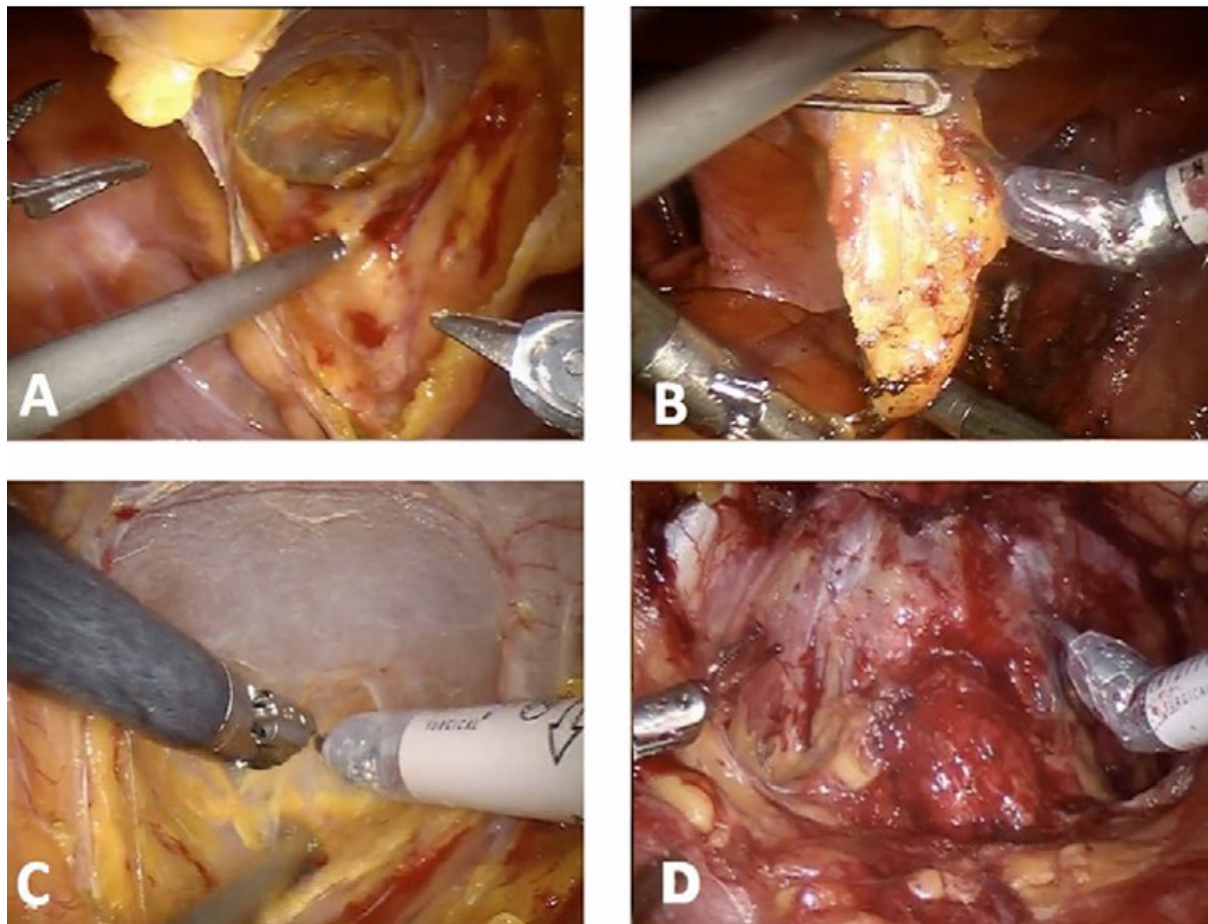
On va décrire la technique chirurgicale par voie intra péritonéal et extra péritonéal

A. Technique chirurgicale intra péritonéal en 11 temps opératoires

[31] :

1. Décollement de vessie et préparation du pelvis :

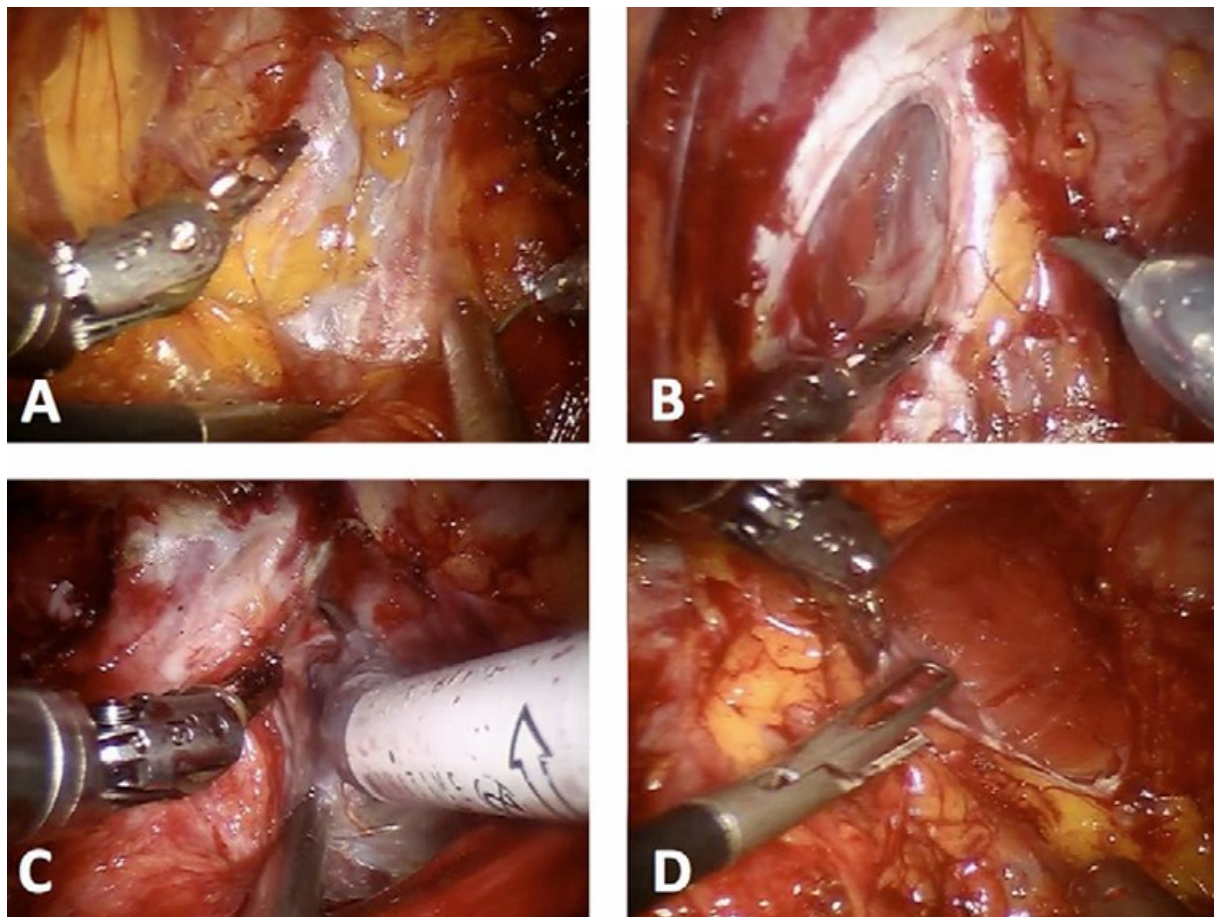
L'assistant réalise un contre-appui sur la paroi abdominale avec l'aspirateur pour faciliter la section des artères ombilicales (figure 54A et B). Il place ensuite son aspirateur dans l'espace créé en appuyant vers le bas et en progressant de proche en proche avec l'opérateur jusqu'à l'arche pubienne (figure 54C). L'aspiration douce et régulière évitera l'accumulation de fumée et permettra la netteté de la caméra. La prostate sera ensuite dégraissée par l'opérateur (figure 54D). L'assistant devra extraire la graisse périé prostatique avec l'aide de l'instrumentiste qui anticipera l'ouverture du trocart pour faciliter son extériorisation.



*Figure 54. Décollement de vessie et préparation du pelvis
(A et B) Initiation du décollement de la vessie et contre-appui sur la paroi abdominale par l'aspirateur. (C). Décollement vésical et abaissement de la vessie par l'assistant. (D) Vue d'ensemble du pelvis après décollement de la vessie*

2. Incision des fascias endopelvians :

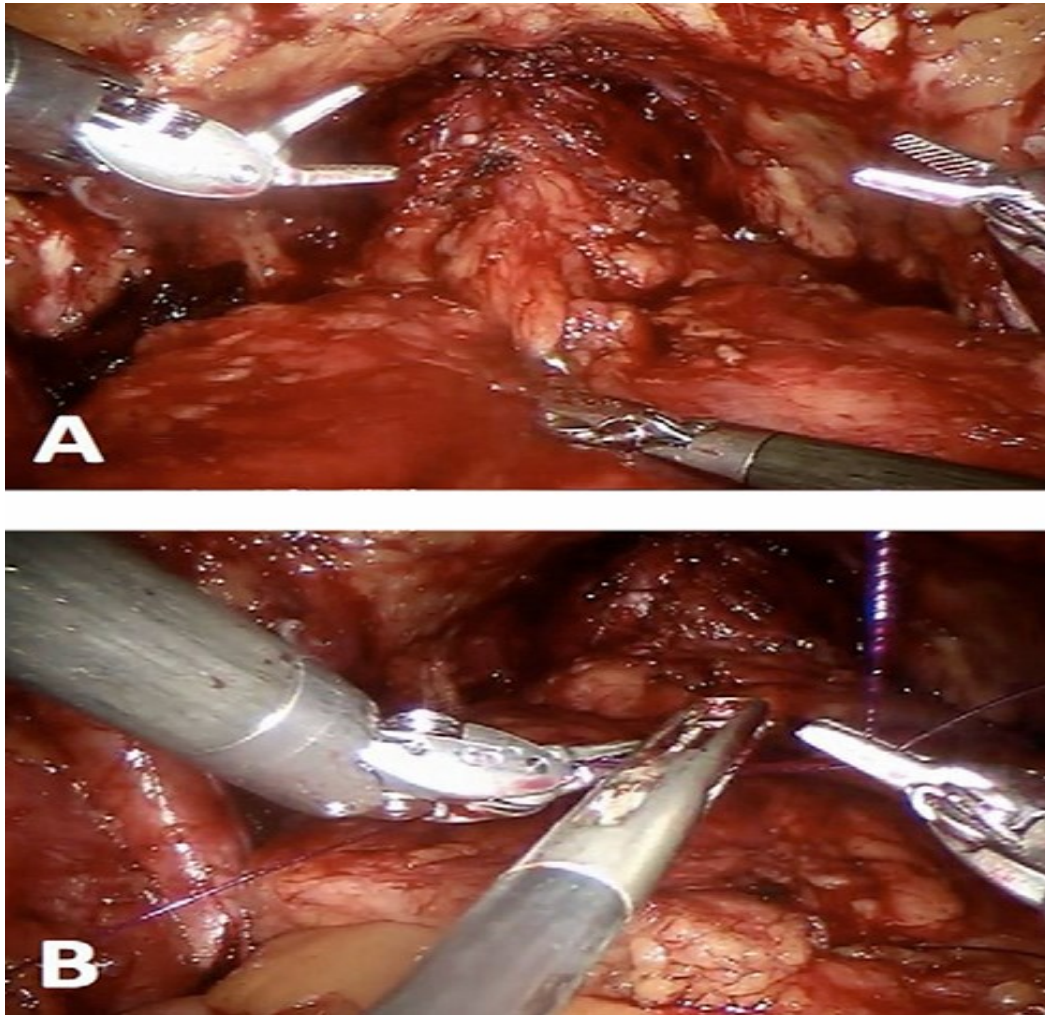
Les fascias endopelvians sont repérés (figure 55A) et incisés pour aborder le plan extrafascial (Figure 55B). Du côté gauche, l'assistant repousse la prostate vers l'axe médian avec l'aspirateur et met le fascia endopelvien en tension avec une pince à préhension placée dans l'angle vésicoprostatique (figure 55A). Du côté droit, la pince médialise la prostate et l'aspirateur tend le fascia endopelvien (figure 55C). Le 4e bras pour le côté gauche et la pince de l'assistant pour le côté droit viendront tracter le fascia périprostatique pour faciliter la progression de la dissection vers l'apex (figure 55D).



*Figure 55. Incision des fascias endopelvians et dissection du plexus de Santorini.
(A) Exposition et incision du fascia endopelvien gauche. (B) Ouverture du fascia endopelvien.
(C) Exposition du fascia endopelvien droit par l'aspirateur de l'assistant. (D) Traction du
fascia endopelvien droit par l'assistant.*

3. Ligature du plexus de Santorini, point de suspension urétrale et point de suspension vésicale :

Le plexus de Santorini est habituellement lié, mais il peut être aussi sectionné sans ligature en augmentant les pressions à 20 mmHg. L'assistant devra anticiper cette étape par le changement des instruments au profit des portes aiguilles (1^{er} et 3^e bras) (figure 56A). Ensuite, il introduit le fil avec une pince pointue et le présente à l'opérateur. Lors du passage du premier point, l'aide doit rétracter l'apex prostatique gauche pour permettre à l'opérateur de récupérer facilement l'aiguille. La suspension vésicale par un fil extériorisé par le trocart t de 5 mm, afin de la stabiliser sur la ligne médiane, demande une collaboration étroite entre l'opérateur et l'assistant. Dans un premier temps, l'assistant rentre le fil et garde l'extrémité libre à l'extérieur du malade. L'opérateur fixe ensuite le sommet de la vessie, pendant que l'assistant introduit l'extrémité libre du fil qui est récupérée par l'opérateur. L'assistant doit alors couper l'aiguille et la retirer. Il récupère alors les deux brins et les extériorise par le trocart de 5 mm (figure 56B). Il reste à les sécuriser à l'extérieur par une pince de Kelly et ajuster leur traction. [32]



*Figure 56. Ligature du plexus de Santorini, suspension urétrale et suspension vésicale.
(A) Mise en place des portes aiguilles. (B) Extériorisation du fil de traction vésical.*

4. Dissection antérieure du col vésical :

L'assistant doit retirer les portes aiguilles, mettre en place la pince bipolaire, les ciseaux monopolaires et l'optique de 30°. Pendant la dissection, l'assistant est peu actif, il ne doit pas déformer les structures au risque de modifier les repères anatomiques. Lorsque la vessie est ouverte, l'instrumentiste dégonfle le ballonnet de la sonde avant qu'elle ne soit saisie par le 4e bras. L'instrumentiste tracte et fixe la sonde au ras du méat par une pince dans le but d'assurer un point fixe au 4e bras (figure 57) permettant une suspension de la prostate et facilitant ainsi l'étape suivante.

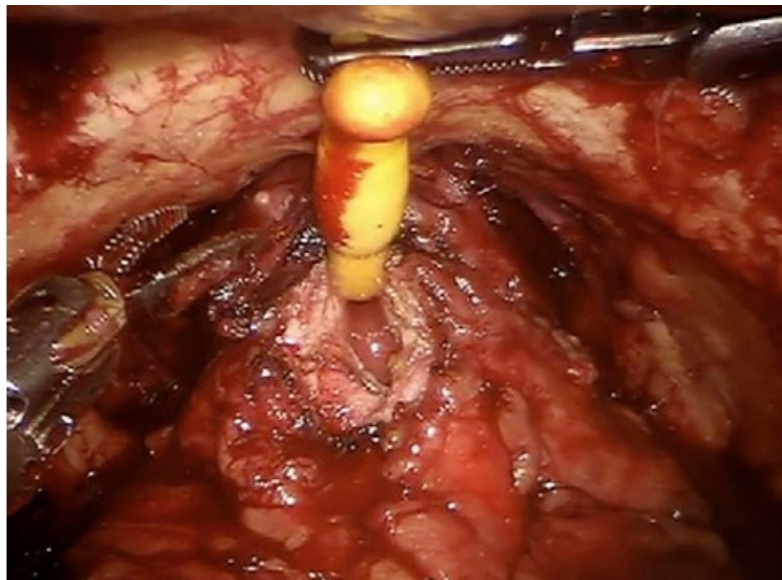
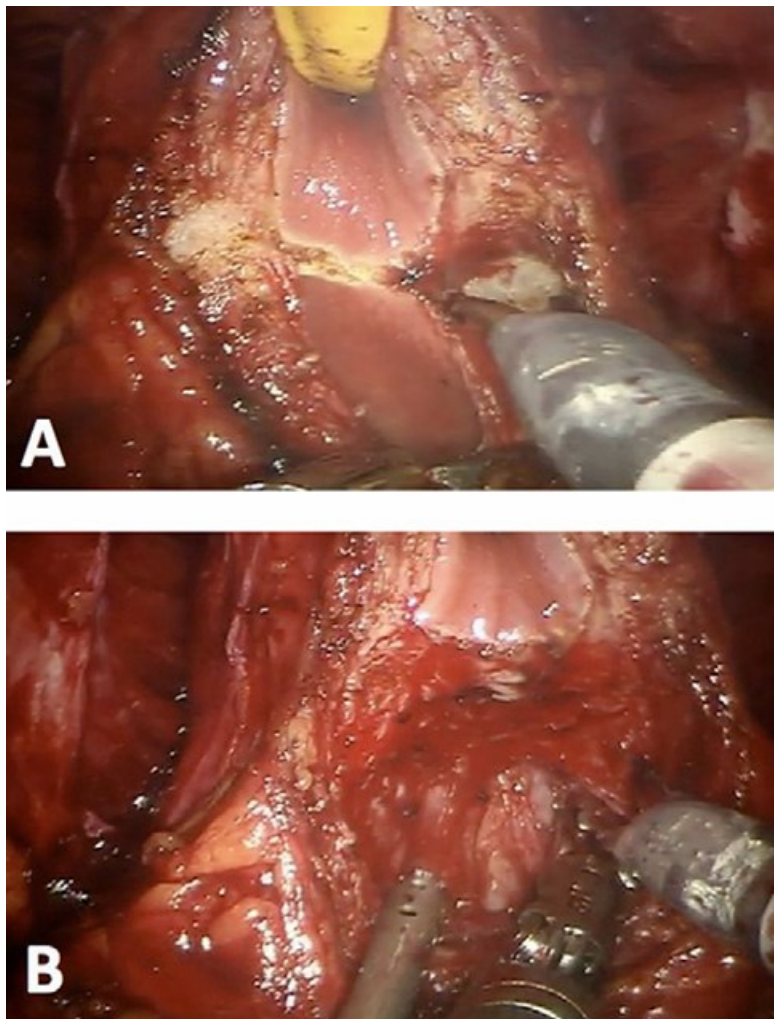


Figure 57. Dissection antérieure du col vésical. Suspension de la prostate par la sonde vésicale.

5. Dissection postérieure du col vésical :

L'opérateur suit la berge postérieure de la vessie et plus aisément en latéral jusqu'au fascia de Denonvilliers qui est sectionné (figure 58 A) l'aide doit alors se placer en médian avec l'aspirateur afin de rétracter la berge postérieure (figure 58 B). L'action de rétraction doit se faire vers le bas et l'arrière pour ouvrir le plan vésiculodéférentiel.



*Figure 58. Dissection postérieure du col vésical.
(A) Recherche du plan postérieur en latérovésical. (B) Rétraction du col vésical par l'assistant.*

6. Dissection vésiculodéférentielle :

Ce temps opératoire nécessite une organisation précise des gestes pour simplifier au maximum ce temps opératoire. Pendant cette étape, l'assistant doit, grâce à des rétractions et des aspirations fines, faciliter l'ouverture des différents plans. L'opérateur commencera par une dissection du canal déférent (figure 59A), puis il trouvera en médial la vésicule séminale homolatérale grâce à une exposition fine de l'assistant (figure 59B). Il est fondamental pour l'assis tant de relâcher sa rétraction chaque fois que le 4^e bras se repositionne sur les structures vésiculodéférentielles, pour éviter de les déchirer. L'assistant doit clipper les attaches latérovésicales et les canaux déférents (figure 59C) par des Hem-o-lok® violets, les artères déférentielles et les autres pédicules séminaux (figure 59D) par des Hemolok® de 5 mm.

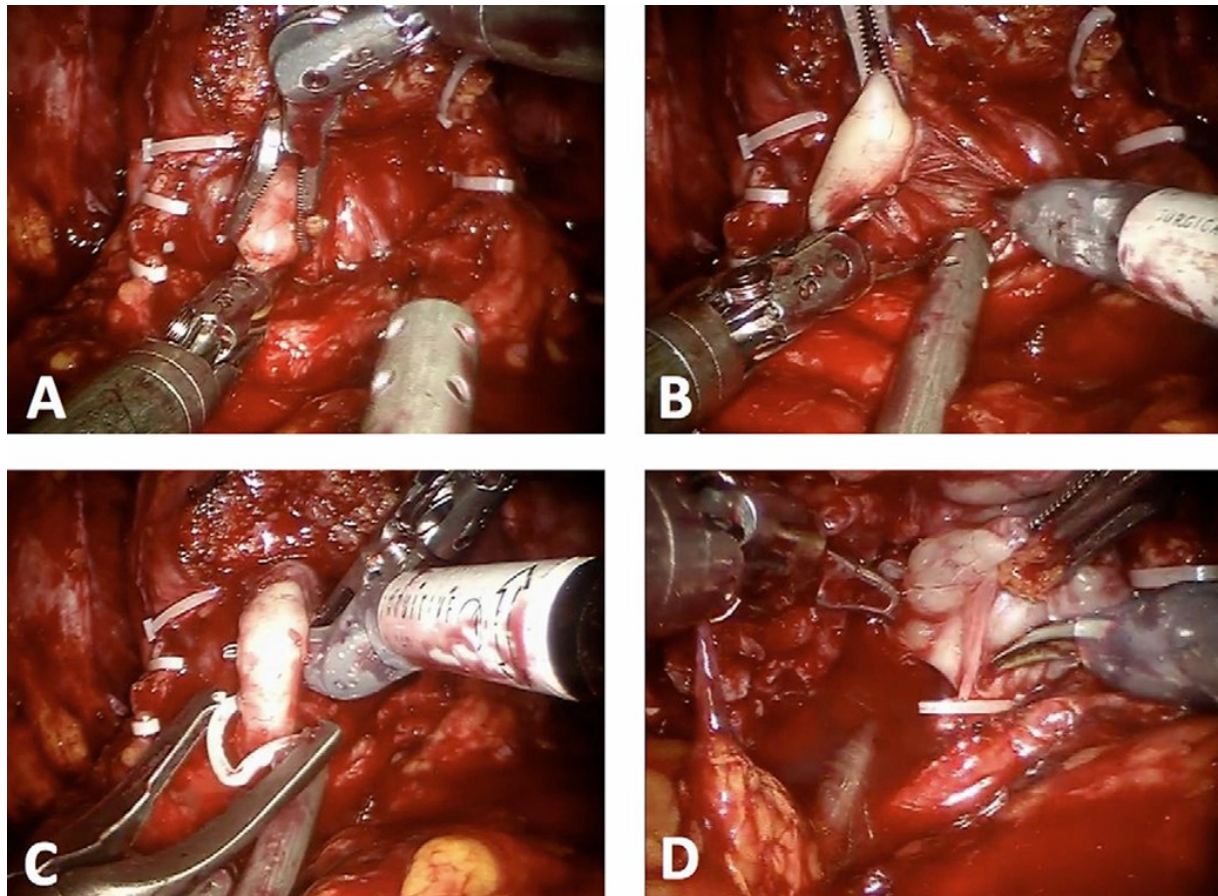


Figure 59. Dissection vésiculodéférentielle

(A) Dissection canal déférent gauche. (B) Ouverture du plan de dissection en médial de la vésicule séminale gauche. (C) Mise en place d'un clip Hemolok® sur le canal déférent. (D) Dissection athermique des vésicules séminales.

7. Plan recto-prostatique :

Les deux vésicules séminales sont tractées en haut et en arrière pour décoller la prostate du rectum (figure 60A). En effet, pendant que le 4e bras saisit la vésicule séminale droite, l'assistant saisit à son tour la vésicule séminale gauche avec une pince à préhension fenêtrée (figure 60A). Il la tracte en arrière et en haut pour l'éloigner du rectum. Lorsque l'opérateur progresse vers l'apex, l'aspirateur doit récliner le rectum en suivant pas à pas la dissection (figure 60B)

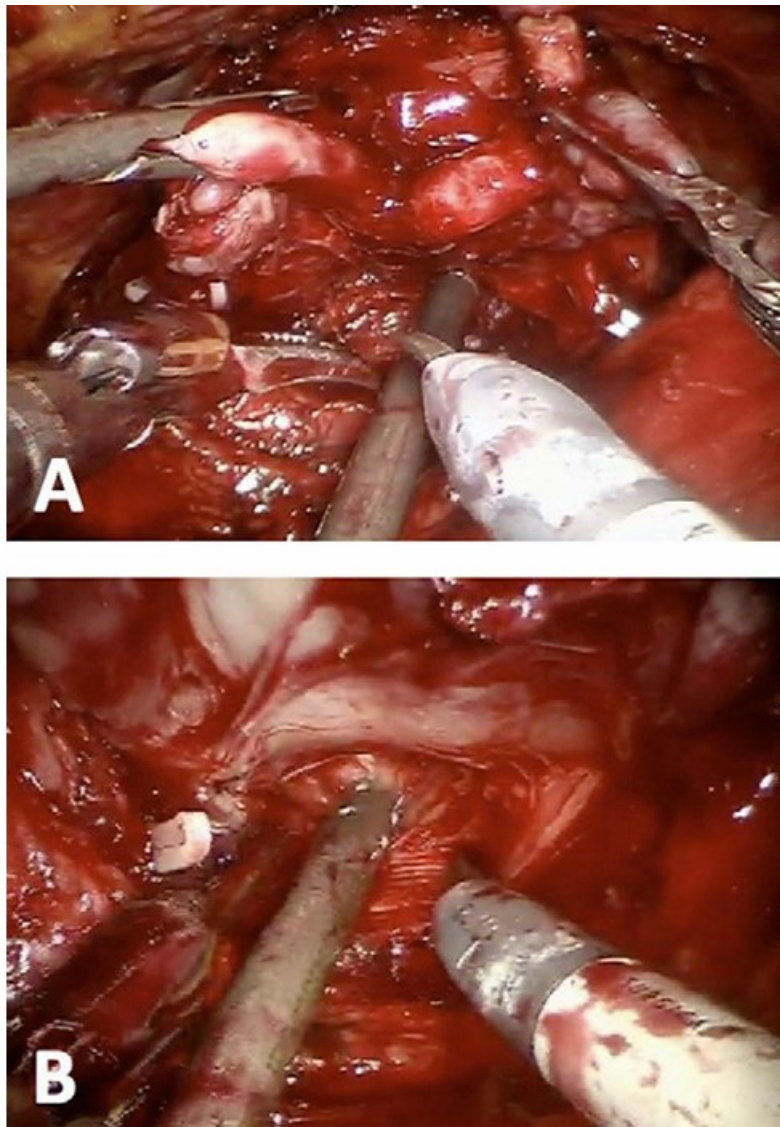


Figure 60. Plan recto-prostatique.

(A) Suspension prostatique par les vésicules séminales. (B) Refoulement du rectum par l'assistant.

8. Dissection des bandelettes neurovasculaires :

L'abord des bandelettes neurovasculaires (BNV) se fait de manière rétrograde à partir d'une incision des fascias péri prostatiques et prostatiques au niveau du tiers distal et latéral de la prostate (figure 61A). Du côté gauche pour exposer le plan de dissection, le 4e bras saisit la base de la vésicule séminale gauche et la tracte vers la droite. L'aspirateur doit rester près du plan de dissection pour le maintenir ouvert, en aspirant il offre une visibilité parfaite des reliefs prostatiques à l'opérateur (figure 61B). L'assistant devra suivre le mouvement rétrograde de libération de la bandelette. Du côté droit, la même technique sera utilisée à la différence que la pince de l'assistant saisira la prostate pour assurer la traction vers la gauche (figure 61D). L'ensemble de la dissection des BNV se fera de manière athermique en utilisant des clips Hem-o-lok® (figure 61C)

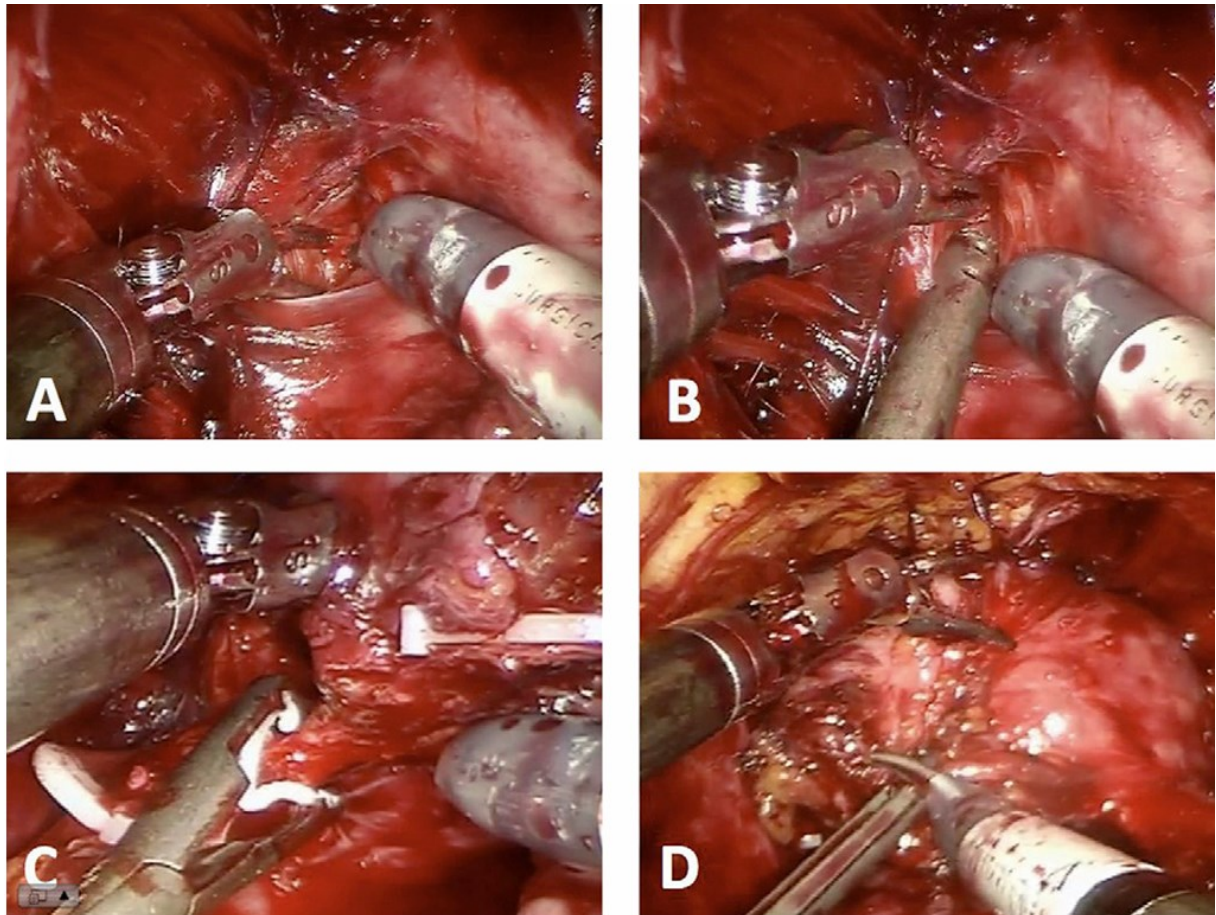


Figure 61. Dissection des bandelettes neurovasculaires (BNV).

(A)dissection rétrograde de la bandelette neurovasculaire gauche. (B) Exposition du plan interfascial par l'assistant lors de la dissection de la bandelette neurovasculaire gauche. (C) Libération athermique de la bandelette neurovasculaire. (D)Traction prostatique par l'assistant lors de la dissection de la bandelette neurovasculaire droite.

9. Apex et urètre :

La dissection de l'urètre est l'une des phases les plus délicates de l'intervention. L'apex est la zone à risque pour le « trifecta » de la prostatectomie radicale. Le 4e bras vient tracter la prostate vers le haut et vers l'arrière pour faciliter la section du Santorini et la dissection de l'urètre (figure 62A). Lors de cette phase, l'assistant doit refouler de manière atraumatique les BNV latéralement afin d'individualiser le plan entre BNV et apex (figure 62B). L'assistant doit maintenir le champ opératoire exsangue tout en assurant le maintien des pressions abdominales aux alentours de 20 mm Hg.

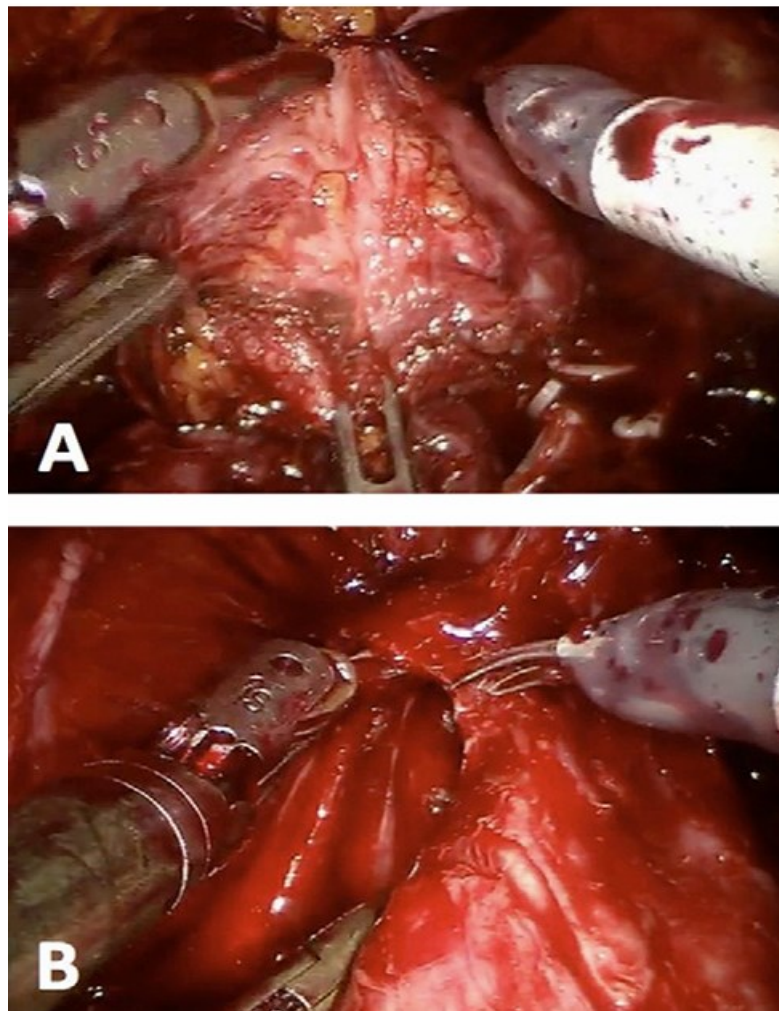


Figure 62. Dissection de l'apex et de l'urètre.

(A) Exposition de l'apex prostatique par le 4e bras et l'assistant. (B) Refoulement de la bandelette neurovasculaire gauche par l'assistant lors de la dissection de l'apex.

10. Reconstruction postérieure de Rocco :

C'est une technique directement inspirée de la chirurgie ouverte [33,34]. Elle reconstruit le muscle recto-urétral en deux plans en fixant la face postérieure du col vésical sur l'aponévrose de Denon Villiers. L'assistant doit introduire et couper les fils dans le rythme de l'opérateur afin d'optimiser la gestion du temps. Par ailleurs, il doit penser à relâcher le fil de suspension vésicale. Enfin, si le muscle recto-urétral est difficilement accessible, on peut demander à l'instrumentiste de faire une pression périnéale.

11. Anastomose urétrovésicale :

Une anastomose par deux hémi-surjets de PDS 3/0 selon la technique de Van Velthoven à la différence près que nous ne nouons pas ensemble les deux fils et les utilisons séparément l'un après l'autre. L'assistant ou, le plus souvent, l'instrumentiste devra manipuler la sonde vésicale à chaque passage d'aiguille permettant ainsi de contrôler la prise effective de la muqueuse urétrale. La sonde définitive sera introduite sous contrôle de la vue une fois l'ensemble des hémi-surjets terminés. Le test d'étanchéité (150 ml) est réalisé ballonnet dégonflé.

B. Technique chirurgicale extra péritonéal :

La prostatectomie radicale laparoscopique assistée par robot (RARP) est de plus en plus la chirurgie préférée des patients atteints d'un cancer de la prostate limité à un organe, avec les avantages de la visualisation 3D, de l'accès ergonomique, de la diminution de la douleur postopératoire et de la réduction de la durée d'hospitalisation [52]. Cependant, les patients ayant déjà subi une chirurgie abdominale majeure peuvent présenter des adhérences intrapéritonéales denses nécessitant une adhésiolyse lors de la réopération,

avec des risques potentiels de lésions viscérales ou intestinales [53]. Compte tenu de ces considérations, les patients ayant déjà subi une intervention chirurgicale abdominale majeure pourraient être considérés comme relativement contre-indiqués pour l'option de traitement chirurgical curatif standard. Heureusement, les risques présentés par les adhérences intrapéritonéales associées à la laparotomie peuvent être minimisés par une approche chirurgicale extrapéritonéale totale (TEP).

L'objectif est de présenter une technique étape par étape sur l'accès extra-péritonéal total (TEP) pour la RARP chez les patients ayant subi des chirurgies abdominales majeures antérieures ou un « abdomen malmené ».

Etape 1 :

Positionnement du patient. Les patients ont été placés en position de lithotomie avec une inclinaison initiale de 10 à 15 degrés de Trendelenburg pour faciliter la mise en place des orifices (Fig. 63). Comme le montrent les illustrations, l'inclinaison initiale de Trendelenburg tête en bas présente deux avantages. Premièrement, elle permet au contenu viscéral du patient de graviter vers le crâne, loin du bassin, réduisant ainsi la probabilité d'une lésion intestinale. Deuxièmement, elle permet d'allonger l'espace entre l'ombilic et la symphyse pubienne, facilitant ainsi un positionnement plus espacé de l'orifice.

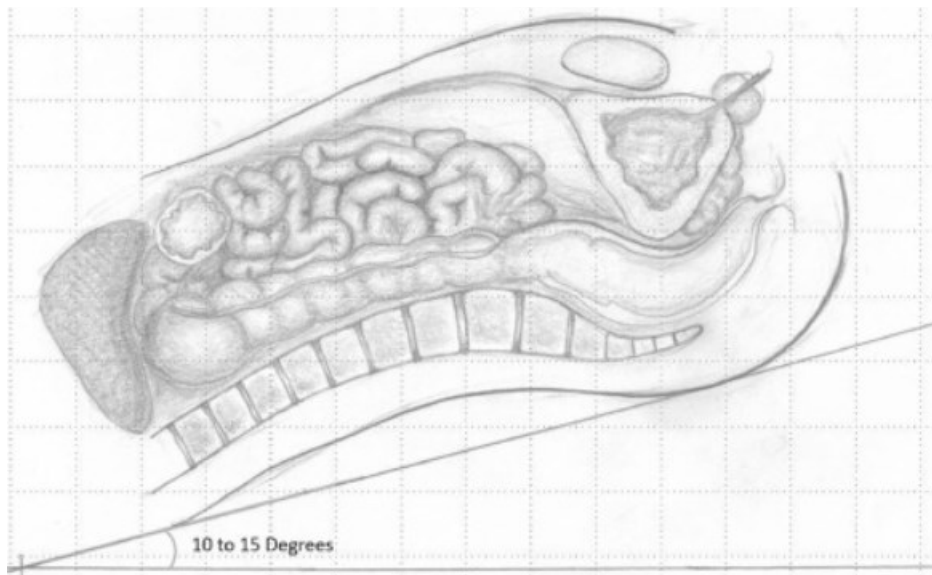


Figure 63. Position de lithotomie avec une inclinaison initiale de 10 à 15 degrés de Trendelenburg pour faciliter la mise en place des orifices

Etape 2 :

Création de l'espace extra-péritonéal. Une incision sous-ombilicale a d'abord été pratiquée, suivie d'une incision transversale sur la gaine du droit antérieur pour exposer le bord médial du droit. La dissection au doigt de l'espace entre le muscle et la gaine du droit postérieur a été étendue caudalement au-delà de la ligne arquée pour atteindre l'espace extra-péritonéal. Cet espace extra-péritonéal est ensuite développé dans la région supra-pubienne par un mouvement de balayage numérique, en avant du plan graisseux pré-péritonéal, pour permettre l'entrée d'un dissecteur à ballonnet.

Etape 3 :

Expansion de l'espace extra-péritonéal. L'espace extra-péritonéal est ensuite élargi à l'aide d'un dissecteur à ballonnet en forme de rein sous vision laparoscopique directe jusqu'à ce qu'un espace extra-péritonéal adéquat soit créé pour 3 ports robotiques de travail, un port de 12 mm et un port assistant de 5 mm du côté droit.

Etape 4 :

Entrée robotique et port de 5 mm par guidage numérique. Après la création d'un espace extra-péritonéal satisfaisant, un port assistant de 5 mm et deux ports robotiques de 8 mm ont ensuite été insérés sous guidage numérique dans l'espace supérieur-latéral et inférieur-latéral au port de la caméra, respectivement, comme le montre (la figure 64). L'entrée par guidage numérique dans l'espace extra-péritonéal est une méthode d'entrée sûre, rapide et cohérente dans un abdomen cicatriciel en présence de cicatrices et de tissus fibrotiques dus à une chirurgie abdominale antérieure.

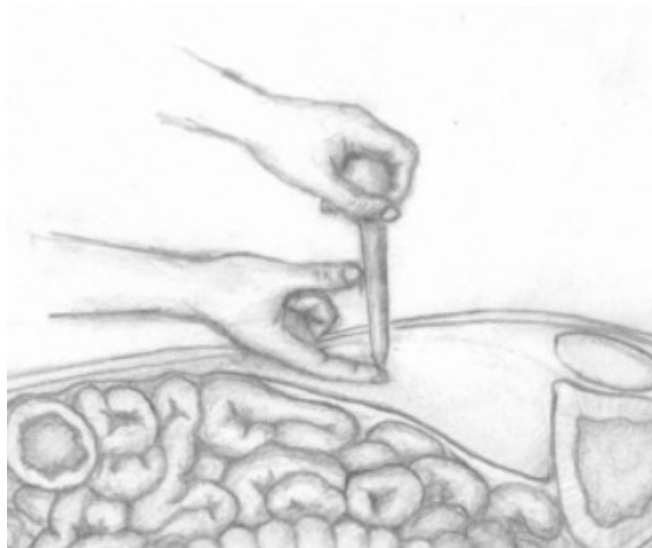


Figure 64. Entrée robotique et port de 5 mm par guidage numérique après expansion de l'espace préperitonéal par un dissecteur à ballonnet en forme de rein

Etape 5 :

Insertion du 4ème port robotique et des ports assistants de 12 mm. En inclinaison complète de Trendelenburg, le robot a ensuite été amarré et l'espace extra-péritonéal a été insufflé à une pression de 12 mmHg. Sous vision laparoscopique directe avec une lentille de 30° dirigée vers le haut, les espaces des fosses iliaques gauche et droite entre les vaisseaux épigastriques inférieurs et le pli péritonéal recouvrant les vaisseaux gonadiques ont été disséqués pour l'entrée du 4e bras robotique restant à gauche et de l'orifice assistant de 12 mm à droite. Une configuration à 6 ports a été utilisée, comme illustré à la figure 65.

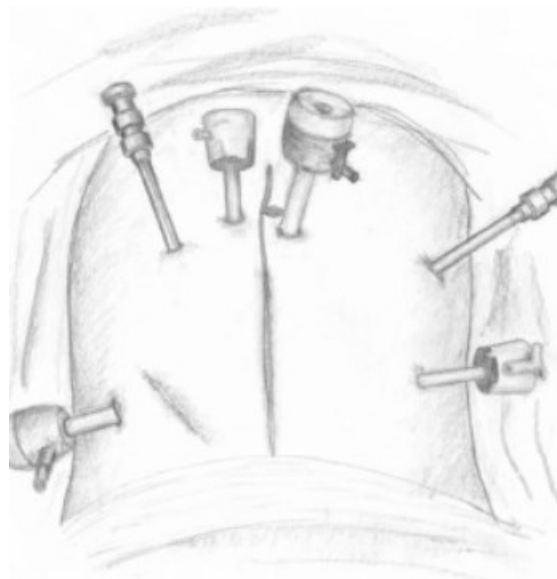


Figure 65. Configuration finale à 6 ports pour RARP.

Etape 6 :

La RARP a ensuite été effectuée selon l'approche standard de la prostatectomie antérograde. Une anastomose uréthro-vésicale SPARTAN standard a été réalisée dans tous les cas [54]. En fin d'intervention, un petit drain Radivac® a été placé dans le bassin. Les plaies du site portuaire ont été infiltrées avec 15 à 20 ml de bupivacaïne (Marcain®, 0,5 %) avant la fermeture de la plaie.

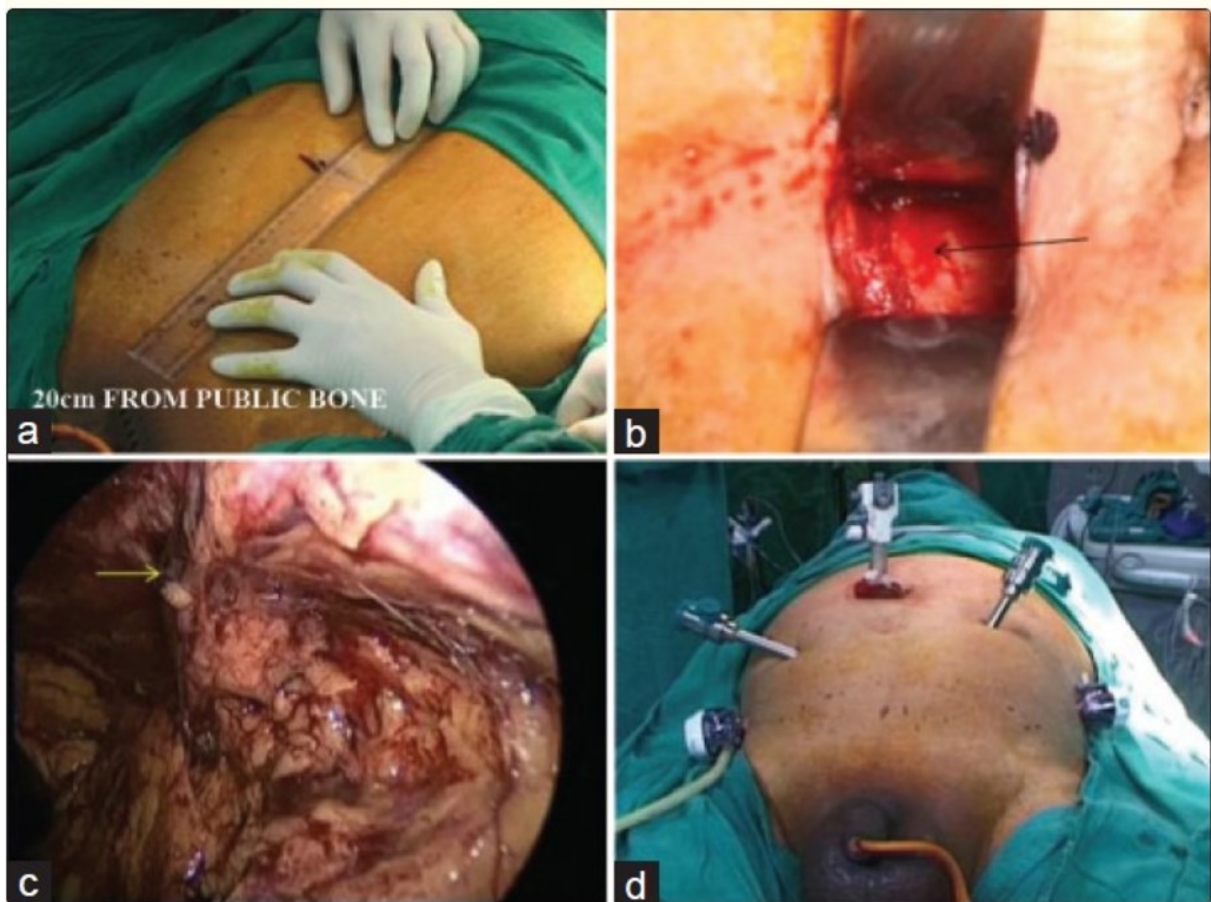


Figure 66. : (a) Incision cutanée transversale de 1,5 cm sur le côté droit de l'ombilic, à 20 cm du bord supérieur de la symphyse pubienne. (b) La gaine du droit antérieur est incisée (flèche). (c) Espace extra péritonéal, la flèche indiquant les vaisseaux sanguins épigastriques. (d) Vue externe après la mise en place des cinq orifices

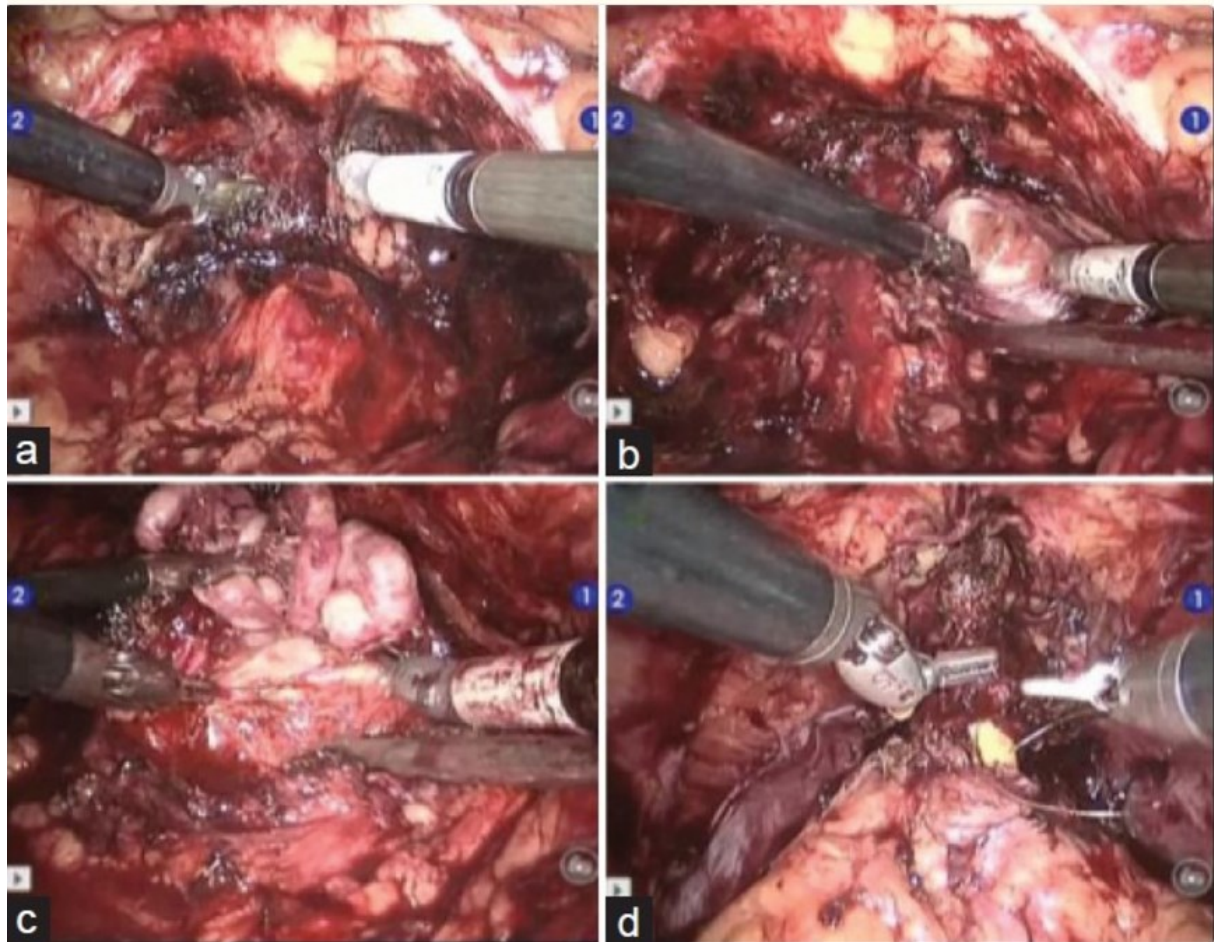


Figure 67. : (a) Ligation of the deep venous complex. (b) Incision of endopelvic fascia. (c) Posterior dissection, both seminal vesicles being lifted anteriorly. (d) Vesico-urethral anastomosis over a Foleys catheter

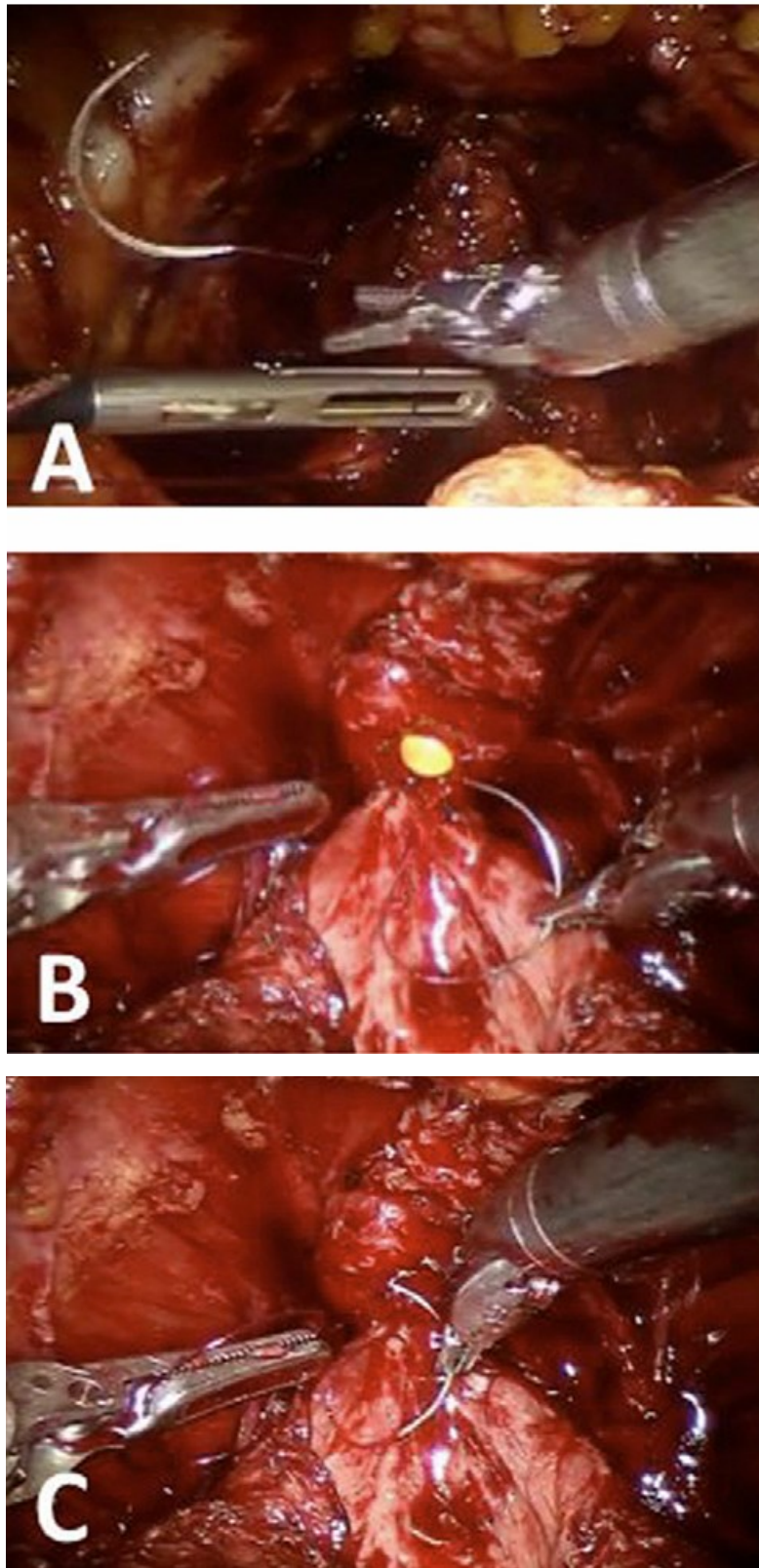
La technique d'accès TEP étape par étape chez les patients ayant déjà subi une chirurgie abdominale est une approche chirurgicale cohérente et sûre pour la RARP qui permet d'effectuer en toute sécurité une chirurgie intrapéritonéale autrement risquée. Il a été démontré qu'elle minimise le risque de complications telles que les lésions viscérales péri-opératoires et l'iléus post-opératoire.

VIII. Particularités du rôle de l'instrumentiste

Le travail de préparation de l'ensemble des sutures est primordial afin de ne pas ralentir la progression de l'opérateur au cours des différentes phases de l'intervention. Il doit être réalisé pendant la phase de décollement de la vessie et d'exposition du pelvis. Toutes les longueurs de fil doivent être clairement consignées sur papier (figure 68). Par ailleurs, chaque fil sera introduit dans l'abdomen à l'aide d'une pince à préhension. Le fil sera saisi à 2 cm de l'aiguille pour permettre le passage dans le trocart de 12 mm et mais aussi pour permettre à l'opérateur de saisir l'aiguille sans difficultés (figure 69A). Enfin, lors du temps anastomotique, l'instrumentiste mobilise a plusieurs reprise la sonde vésicale dans le but de faciliter le passage des points urétraux (figure 69B et C). Une bonne compréhension de l'intervention est indispensable à l'instrumentiste pour anticiper les demandes de l'assistant, notamment lors de l'utilisation des clips Hémolocks.



*Figure 68. Préparation du matériel par l'instrumentiste.
(A et B) Préparation de la table d'instrumentation. (C) Préparation des fils de suture pendant le temps de décollement de la vessie.*



*Figure 69. Principaux rôles l'instrumentiste lors de l'intervention
(A)présentation sur la pince de l'assistant des fils de suture à 2 cm de l'aiguille. (B)
Manœuvre d'avancée et de retrait de la sonde lors de l'anastomose. (C) Premier point urétral
de l'anastomose.*

DISCUSSION

I. Avantages et inconvénients de Robot :

A. Avantages :

La robotique apporte une réponse à la plupart des problèmes rencontrés en coeliochirurgie, (Tableau 24) et globalement elle permet:

▲ Pour le chirurgien :

- ◆ Une accélération de ce qui a été appelé la « courbe d'apprentissage » et un transfert rapide à la coelioscopie de son expérience de chirurgien à ciel ouvert.
- ◆ Une plus grande précision du geste.
- ◆ Un confort opératoire.

▲ Pour le patient :

- ◆ Tous les avantages de la coeliochirurgie classique (petites cicatrices, douleur réduite, retour plus rapide à la vie active).
- ◆ Un résultat probablement meilleur du fait de la précision accrue du geste malgré l'absence d'études concrètes qui montre la supériorité de la chirurgie robo-assistée par rapport aux méthodes conventionnelles.
- ◆ Un élargissement des indications

Tableau 24. Problèmes en laparoscopie et apports de la robotique.

Problèmes en laparoscopie	Apports de la robotique
<i>Perte coordination yeux-mains</i> Le manque de coordination yeux-mains est lié à la perte de l'axe yeux-cible (le chirurgien regarde un écran vidéo situé à distance du champ opératoire)	<i>Axe yeux-mains</i>
<i>Mouvements contre-intuitifs</i> Le point fixe de la traversée pariétale est responsable d'un effet pivot entraînant une inversion des mouvements pour la réalisation d'un geste endocorporel	<i>Mouvements intuitifs</i>
<i>Grossissement variable/assistant</i> L'agrandissement de l'image dépend de la distance entre l'endoscope et le champ opératoire. En robotique, l'opérateur maîtrise lui-même les déplacements de la caméra	<i>Grossissement commandé par l'opérateur</i>
<i>Démultiplication selon la longueur de l'instrument</i> 5 degrés de liberté	<i>Démultiplication adaptée au grossissement</i> 7 degrés de liberté (incluant la préhension)
<i>Vision 2D et manque de perception de profondeur</i> Assurée par deux caméras tri-CCD branchées sur deux canaux séparés dans l'endoscope	<i>Réelle vision tridimensionnelle</i>
<i>Instabilité de l'image</i> Les tremblements de la caméra tenue par l'aide augmentent avec sa fatigue au fil de l'intervention	<i>Caméra stable, sur le bras du robot</i>
<i>Exposition/assistant</i> Le corps de l'instrument permet d'écarter (foie, etc.) tout en ayant la pince ou le crochet à 90° qui travaille sans problème	<i>Utilité du « coude » de l'instrument</i>
<i>Tremblement</i> Les tremblements naturels sont amplifiés à l'extrémité des instruments, et leur amplitude augmente avec la longueur de l'instrument et la fatigue	<i>Filtre éliminant le tremblement</i>
<i>Position non ergonomique</i> La fatigue du chirurgien liée à une position debout non ergonomique et les tremblements qui en découlent augmentent avec la durée de l'intervention en coelioscopie standard	<i>Travail assis, bras appuyés</i>

B. Inconvénients :

▲ Absence de retour de force :

Alors que le retour de force en cœliochirurgie standard est réduit par rapport à ce que l'on connaît en chirurgie ouverte, il est totalement absent en chirurgie robotique (pour l'instant). Dependents, l'œil et le cerveau recréent cette sensation après un court apprentissage par l'observation de la déformation des tissus, de la même façon qu'en microchirurgie (où le chirurgien ne peut pas attendre d'avoir une sensation de retour de force, sous peine de casser son fil 10/0 ou 11/0).

▲ Coût :

La chirurgie robotique est une chirurgie actuellement très onéreuse, puisque l'investissement pour l'achat du robot à quatre bras est de 1 400 000 euros, le contrat annuel de maintenance de 200 000 euros, et que chaque utilisation d'un instrument revient à environ 150 euros (instruments dont la durée de vie est limitée à une dizaine d'utilisations par une puce électronique).

Actuellement aucun remboursement supplémentaire n'est accordé en France pour la chirurgie robotique (à la différence de ce qui existe en Suisse), qui est donc financée sur le budget propre de chaque hôpital.

Un programme de robotique doit cependant se concevoir dans une approche multidisciplinaire pour répartir les coûts d'investissement et de maintenance. Il est par ailleurs à espérer qu'avec la diffusion de la technique, on assiste à une diminution des tarifs.

▲ Taille et encombrement :

Le robot actuel reste volumineux, ce qui limite les possibilités de son installation sur le patient et les possibilités d'accès pour l'aide.

Il est sur un statif indépendant de la table d'opération, ce qui rend impossible toute modification de position du patient en peropératoire sans réinstaller le système.

Le volume dans lequel les instruments du robot peuvent agir est limité, ce qui, en chirurgie digestive par exemple, rend impossible de travailler à la fois dans le pelvis et sur l'angle colique gauche.

II. Chirurgie carcinologique urologique robotique vs.

Ouverte :

Depuis le début des années 2000, la chirurgie robotique s'est progressivement développée à l'échelle mondiale. L'urologie figure parmi les spécialités les plus actives en termes de chirurgie robotique avec comme principales indications la chirurgie carcinologique prostatique, rénale et vésicale. Paradoxalement, si le nombre de procédures robotiques urologiques ne cesse d'augmenter chaque année, les bénéfices de cette approche chirurgicale, bien que de plus en plus documentés sur des séries rétrospectives, n'ont été que peu rapportés par des études solides de fort niveau de preuve.

Sur une étude prospective randomisée sur 269 patients monocentrique de phase 3 qui Comparant la prostatectomie robotique vs. ouverte [60]réalisé par Coughlin GD, Yaxley JW, L'objectif de cette étude était de comparer les résultats fonctionnels (urinaires et sexuels) et oncologiques entre la

prostatectomie radicale laparoscopique robot-assistée (PLR) et ouverte (PO) au cours des deux premières années post-opératoire.

Pour mémoire, les résultats à court terme de cette étude publiés précédemment ne rapportaient déjà pas de différence significative entre les groupes pour les différents scores d'évaluation des fonctions urinaires et sexuelles à 6 et 12 semaines [61]. Les seules données péri-opératoires significativement différentes étaient la durée moyenne de l'intervention : supérieure dans le groupe PO, tout comme les pertes sanguines et la durée moyenne de séjour (3,27 jours vs. 1,55 ; $p < 0,0001$).

Ces nouvelles données de suivi à 24 mois confirment que les résultats fonctionnels sont équivalents entre les deux groupes en postopératoire au moins jusqu'à 24 mois.

S'il n'y avait pas de différence significative concernant les données histologiques de la pièce opératoire et notamment le taux de marges positives, les données à 24 mois montraient un taux de récidives biologiques significativement supérieur dans le groupe PO.

Cependant cette différence doit être interprétée avec prudence. En effet, il n'y avait pas de prise en charge standardisée entre les deux groupes pour la gestion des traitements complémentaires laissée à l'appréciation du chirurgien.

L'irradiation complémentaire d'emblée en cas de marge positive, tout comme le taux de PSA retenu pour une irradiation de rattrapage ont pu être différents entre les deux groupes.

Les auteurs rapportent notamment que certains patients du groupe PLR ont été traités par irradiation de rattrapage avant que leur PSA n'ait atteint le seuil de récurrence biologique retenu dans l'étude pouvant donc masquer une récurrence. Cela se traduit notamment par un taux de traitement complémentaires similaires entre les deux groupes témoignant de résultats carcinologiques proches à 2 ans.

III. Complications péri et postopératoires :

- ▲ Les saignements sont généralement minimes, la perte moyenne de sang étant inférieure à 200 ml. D'après l'expérience cumulée des auteurs de plusieurs milliers de cas, les taux de transfusion sont proches de 0 et le retour en salle d'opération pour de la salle d'opération pour cause d'hémorragie dans moins de 0,1 % des cas. Les infections importantes sont rares et à part les antibiotiques périopératoires, il n'y a pas d'autres mesures à prendre.
- ▲ Antibiotiques périopératoires, aucun autre antibiotique n'est prescrit. Les hernies portales sont Les hernies du site portuaire sont rares grâce à une technique de fermeture méticuleuse et à l'inspection laparoscopique de la fermeture du site d'extraction avant la fin de l'opération Avant la fin de l'opération.
- ▲ Les lésions intestinales sont potentiellement la complication la plus grave, bien que rare. Toute déchirure, partielle ou du côlon ou de l'intestin grêle peuvent être réparées par une fermeture à deux couches. Si l'on soupçonne une lésion rectale Si l'on soupçonne une lésion rectale, un tube souple de 20 Fr peut être inséré dans le rectum, puis la lésion peut être identifiée en remplissant le pelvis

avec du sérum physiologique et en le plaçant dans un sac.

- ▲ En remplissant le bassin de sérum physiologique et en soufflant de l'air dans le rectum. Si une lésion rectale est découverte et que la contamination est minime, elle doit être réparée.
- ▲ Contamination minime, elle doit être réparée par une fermeture en deux couches et une couverture antibiotique à large spectre doit être mise en place.
- ▲ Initialement, les résultats périopératoires en ce qui concerne la perte de sang, les besoins en transfusion, la durée du séjour, l'utilisation de narcotiques et la durée du cathéter après une RALP étaient considérablement plus courts que ceux observés avec les techniques ouvertes. L'un des principaux résultats de cette technologie a été que les chirurgiens ouverts ont adopté les voies postopératoires de la RALP pour la sortie et la durée du cathéter, ce qui a permis d'atténuer certaines de ces différences (35,36). Les résultats fonctionnels à long terme en matière de contrôle urinaire et d'érection après une RALP semblent être similaires à ceux de la chirurgie ouverte et laparoscopique et sont susceptibles de varier davantage en fonction du chirurgien et de son expérience que de l'approche chirurgicale (37,38)

♦ **Dysfonction érectile et incontinence urinaire :**

Une étude rétrospective réalisée dans le Service d'urologie, CHU Henri-Mondor, en France, ils ont recensé toutes les interventions chirurgicales, réalisées entre janvier 2008 et décembre 2015, pour incontinence urinaire ou pour dysfonction érectile, secondaires à une prostatectomie totale effectuée dans ce service.

Ils ont recensé également le nombre de PT réalisées pendant cette période, en fonction de leur voie d'abord (laparoscopie ou robot-assistée).

Ils ont précédemment rapporté les résultats à moyen terme (2 ans) dans cette population et montré des résultats oncologiques et fonctionnels similaires chez les patients ayant eu une PT-Lap et une PT-Rob (40). Pour la présente étude, Ils ont cherché à compléter l'étude des résultats fonctionnels à plus long terme, en répertoriant directement les interventions secondaires pour IU ou DE chez les patients n'ayant pas retrouvé une érection ou une continence normale.

Ils ont étudié l'évolution du délai de prise en charge chirurgical de l'IU et de la DE après PT et le pourcentage de cures d'IU et de DE au cours du temps, en fonction la technique de PT.

La prise en charge des troubles fonctionnels génito-urinaires après PT de ce service a été décrit précédemment (41). Un mois après la PT, tous les patients avaient un rendez-vous avec infirmière diplômée d'état et un urologue pour une éducation thérapeutique concernant les troubles génito-urinaires. À cette occasion, la rééducation sexuelle par injection de prostaglandine E1 était expliquée et débutée et une évaluation de la continence urinaire réalisée par questionnaire. Des séances de rééducations

pelvi-périnéales (30 séances) étaient prescrites en cas d'IU.

Les questionnaires d'évaluation des troubles fonctionnels urologiques étaient remplis par les patients à cette consultation puis aux consultations ultérieures.

Le patient était revu à 6 mois pour juger de l'efficacité des traitements de l'IU et de la DE. La mise en place d'une prothèse pénienne et le traitement chirurgical d'une IU étaient discutés à la fin de la première année en cas de persistance de troubles fonctionnels malgré un traitement médical bien conduit.

Une incontinence était considérée comme sévère en cas de test de pesée des protections urinaires sur 24 heures > 400 gr et/ou l'utilisation de plus de 5 protections par jour. En cas d'incontinence non sévère (test de pesée < 400 gr par 24 h et port de moins de 5 protections par jours).

La mise en place d'une prothèse pénienne n'était proposée en cas d'érection insuffisante pour obtenir une pénétration avec la dose maximale de prostaglandine E1 intra caverneuse, l'échec d'une prise régulière d'inhibiteur de la phosphodiesterase de type V, et le souhait du patient de retrouver une activité sexuelle.

Entre 2008 et 2015, 2046 PT ont été réalisées dont 372 PT-lap et 1674 par PT-Rob. L'âge moyen des patients lors de la PT était de 62,4 ans pour la PT-Lap et 62 ans pour la PT-Rob.

Le nombre PT par voie d'abord et par année est illustré sur la figure 70. Le nombre total de PT est resté stable entre 2008 et 2011 avant de décroître progressivement jusqu'en 2015. La période 2008-2011 a été marquée par une augmentation rapide du nombre de PT-Rob et une diminution du nombre de

PT-Lap. La voie robot-assistée est devenue prépondérante sur la voie laparoscopique entre 2008 et 2009 (croisement des courbes). Le nombre de PT-Lap a été en constante régression avec une chute plus marquée entre 2008 et 2011 pour rester ensuite en dessous de la barre des 10 procédures par an. La raison principale pour une persistance de l'utilisation de la voie laparoscopique après 2011 était l'absence de disponibilité du robot.

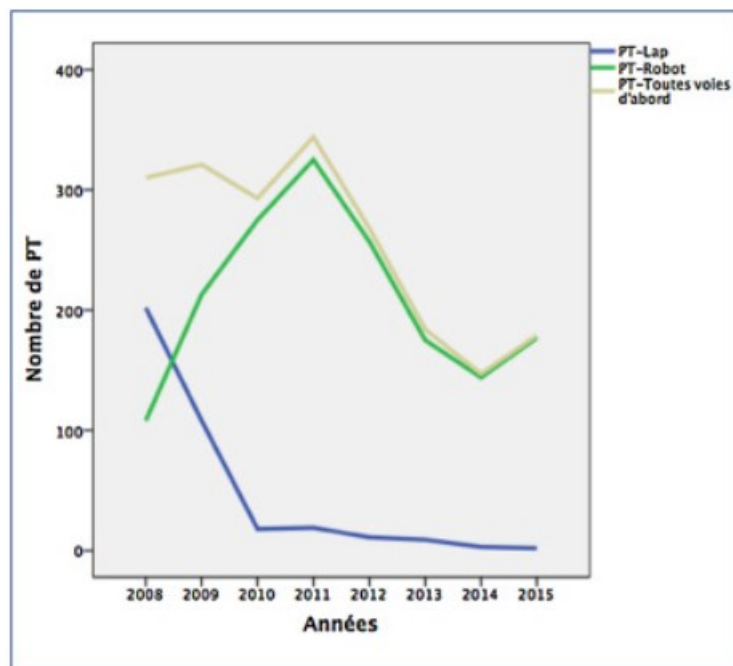


Figure 70. Nombre de prostatectomie totale (PT) par année et par voie d'abord. PT-Lap : prostatectomie laparoscopique pure ; PR-Robot : prostatectomie robot-assistée

Le délai de prise en charge chirurgicale de la séquelle fonctionnelle par rapport à la date de PT est resté stable pour la DE (moyenne : 3,4 ans) et a diminué pour l'incontinence (3,2 ans en moyenne en 2008 versus 1 ans en moyenne en 2015) (figure 71)

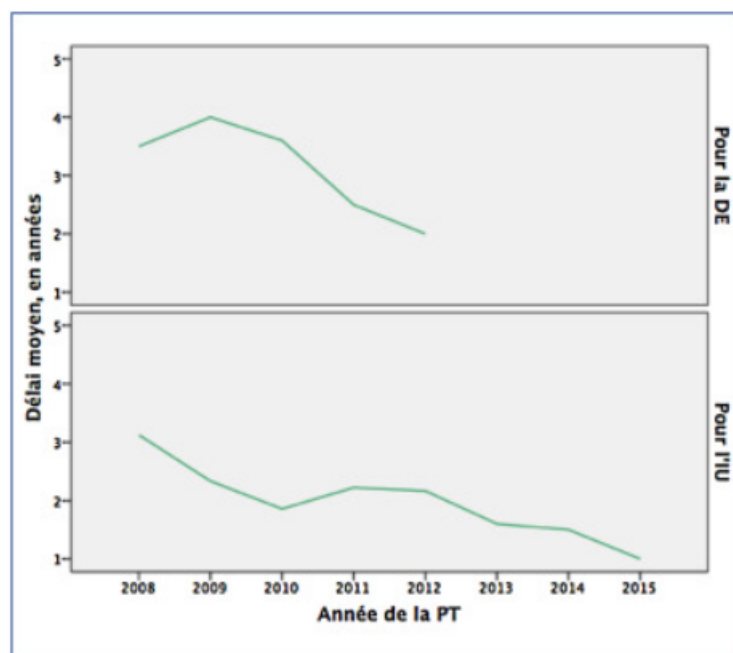


Figure 71. Délai moyen de prise en charge chirurgicale de la séquelle [dysfonction érectile (DE) et incontinence urinaire (IU)] en fonction de l'année de PT. PT-Lap : prostatectomie laparoscopique pure ; PR-Robot : prostatectomie robot-assistée.

Au total, 84 patients (4 %) ont été traités chirurgicalement pour IU. 15 ont eu une pose d'implant pénien pour DE résistante au traitement médical et 16 ont été opérés à la fois d'IU et de DE.

Les figures 72 et 73 montrent le nombre et le pourcentage de traitement secondaire pour IU en fonction de l'année de la PT et de la voie d'abord. La diminution du nombre de PT-Lap et l'augmentation progressive du nombre de PT-Rob par année se sont traduites par des évolutions dans le même sens du nombre de traitements secondaires pour IU. Globalement, le taux d'intervention secondaire pour IU toutes voies d'abord confondues est resté inférieur à 5 % au cours de la période étudiée avec un pic pour les PT réalisées

en 2010 (4,8 %). Rapporté à la voie d'abord, le taux d'intervention pour IU après PT-Lap a augmenté à partir de 2008 pour atteindre un plateau entre 2010 et 2013 (entre 9 et 11 % des PT-Lap). Aucune chirurgie secondaire pour IU n'a été nécessaire pour les 5 patients opérés par PT-Lap en 2014 et 2015. Le taux d'intervention secondaires pour IU après PT-Lap est resté supérieur à celui noté dans le groupe PT-Rob sur toute la période étudiée. L'augmentation du nombre de PT-Rob entre 2008 et 2010 s'est accompagnée d'une augmentation du nombre d'intervention pour IU post- PT-Rob mais avec un impact mineur sur le taux global d'intervention secondaire qui est resté entre 1 et 4 % (fig 72). Entre 2010 et 2011, une diminution du nombre d'interventions pour IU post PT-Rob a été notée alors que le nombre de PT-Rob continuait sa progression se traduisant par une diminution du taux d'interventions pour IU.

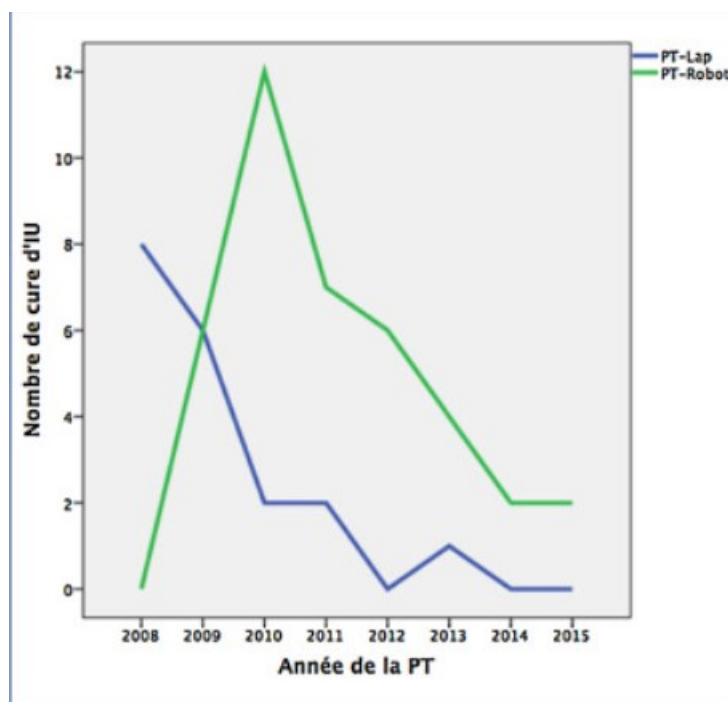


Figure 72. Nombre de cure d'incontinence urinaire (UI) par année et par type de prostatectomie totale (PT). PT-Lap : prostatectomie laparoscopique pure ; PR-Robot : prostatectomie robot-assistée.

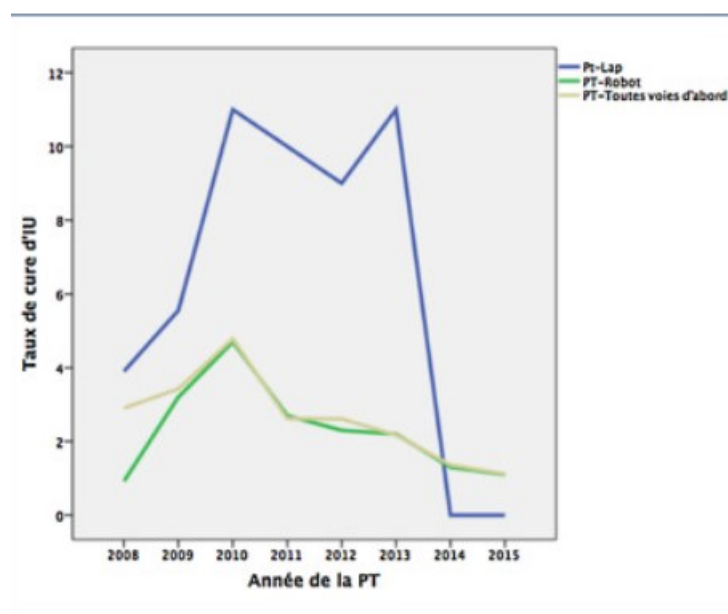


Figure 73. Taux de cure d'incontinence urinaire (UI) par année et par type de prostatectomie totale (PT). PT-Lap : prostatectomie laparoscopique pure ; PR-Robot : prostatectomie robot-assistée.

Au total, 18 patients ont été opérés d'un sphincter urinaire artificiel en raison d'une IU sévère dont 12 après PT-robot et 6 après PT-lap ; 66 patients ont eu une intervention pour IU non sévère, dont 30 après PT-Rob, 36 après PT-lap.

Les figures (74–75) montrent le nombre et le pourcentage d'interventions chirurgicales pour DE réfractaire au traitement médical (prothèse pénienne en fonction de l'année de la PT et de la voie d'abord). Le pourcentage de DE post-PT traitées chirurgicalement est resté stable au cours du temps ($< 1,7\%$), cependant, rapporté à la voie d'abord, le taux d'intervention secondaire pour DE est resté supérieur dans le groupe PT-Lap avec un pic à 18% pour les PT-Lap effectuées en 2012.

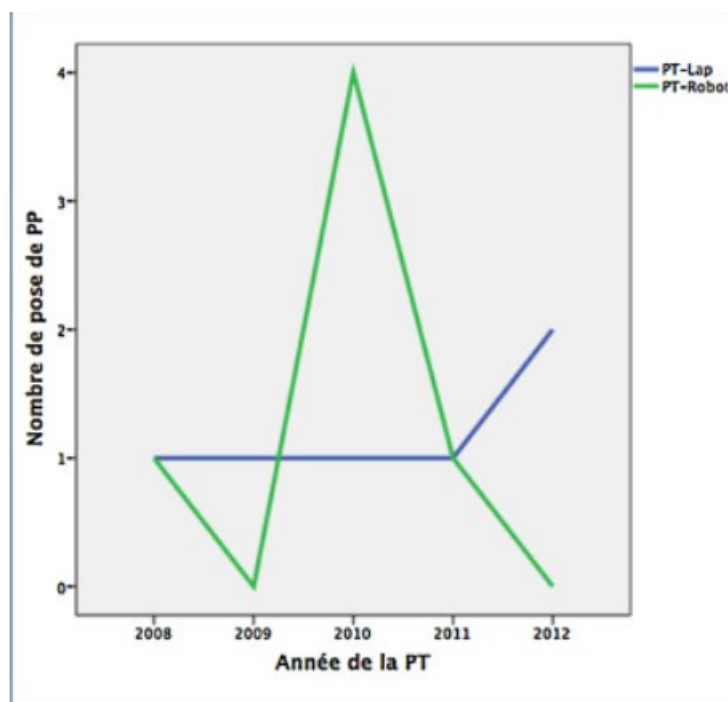


Figure 74. Nombre de pose de prothèse pénienne (PP) par année et type de PT. PT-Lap : prostatectomie laparoscopique pure ; PR-Robot : prostatectomie robot-assistée.

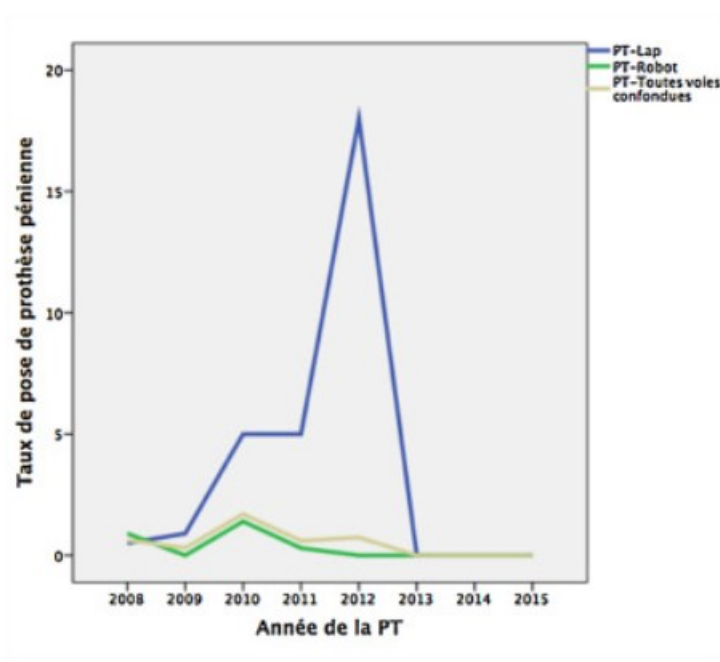


Figure 75. Taux de pose de prothèse pénienne (PP) par année et type de PT. PT-Lap : prostatectomie laparoscopique pure ; PR-Robot : prostatectomie robot-assistée.

Cette étude présente pour la première fois l'évolution du nombre et le type d'interventions correctrices pour troubles fonctionnels génito-urinaires en fonction de la technique de PT sur une période de 8 années, couvrant ainsi la phase de la transition PT-Lap/PT-Rob.

Ils ont constaté que cette transition n'a pas eu d'impact défavorable sur le taux global d'interventions secondaires qui est resté inférieur à 5 % aussi bien pour l'IU que la DE. Au contraire, il est intéressant de noter que le taux d'intervention pour IU est resté supérieur dans le groupe PT-Lap montrant que dans une équipe déjà formée à la PT-Lap, la phase d'introduction de la PT-Rob peut même s'accompagner d'emblée d'une amélioration du taux d'intervention secondaire nécessaire pour IU.

Les résultats fonctionnels des différentes voies d'abord de la PT ont fait l'objet de nombreuses publications avec des résultats parfois contradictoires en raison de différences concernant les méthodes d'évaluation et de sélection des patients [41], [42], [43],[44], [45]. D'autre part, ces évaluations sont généralement limitées à l'étude du taux de patients continents et/ou ayant des rapports sexuels satisfaisants dans la première année après la PT. Elles ne rendent pas compte des moyens mis en œuvre-médicaux ou chirurgicaux – pour les patients n'ayant pas récupéré leur fonction érectile et/ou urinaire. Les possibilités de traitements de l'IU ou la DE sont nombreuses et varient en fonction de la sévérité du trouble et donc des lésions causées par la PT. La détermination du taux d'interventions chirurgicales secondaires et de leur type peut être considérée comme une évaluation indirecte de la sévérité des lésions chez les patients ne récupérant pas une continence ou une fonction érectile. Ce genre d'évaluation impose un suivi à long terme car ces interventions sont

habituellement réalisées plusieurs années après la PT. Bien que la plupart des études ayant comparé par questionnaires les résultats fonctionnels de la PT-Lap et PT-Rob aient conclus à des résultats similaires, le taux d'intervention secondaire pour chaque voie d'abord reste mal connu.

Le taux d'interventions secondaires pour IU a été estimé entre 6 et 9 % dans la littérature et reste mal connu dans le cadre de la PT robot-assistée [46], [47], [48]. D'autre part, la pose d'un sphincter artificiel – habituellement réservée aux formes sévères d'IU – est généralement la seule intervention répertoriée. Le taux d'intervention pour IU légère à modérée par pose de bandelette ou ballon Pro-ACT reste inconnu. Cette étude est originale dans la mesure où les principales interventions correctrices ont été envisagées car réalisées de manière courante dans ce service.

Ils ont constaté que le taux global de pose de prothèse pénienne restait à la fois faible ($< 1,7\%$) et stable avec un délai moyen de 3,4 ans. Il est néanmoins intéressant de noter que ce taux est resté plus faible dans le groupe PT-Rob. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ces résultats. La voie robot-assistée pourrait permettre une meilleure préservation des pédicules neurovasculaires, mais il est aussi possible que certains chirurgiens aient été réticents à référer leurs patients pour une prothèse pénienne après une PT-Rob.

Au total, ils ont constaté que dans une équipe déjà rompue à la technique de PT-Lap, la transition vers la PT-Rob n'entraîne pas d'augmentation du taux global d'interventions secondaires ; en revanche, il est intéressant de noter que la diminution progressive du nombre de PT-Lap s'associe à une recrudescence d'intervention pour IU. Ils ont ainsi constaté un

taux supérieur dans le groupe PT-Lap pour chaque année d'intervention avec une tendance à l'augmentation du taux au fur et à mesure de l'abandon de la voie d'abord, notamment pour les PT-Lap réalisées entre 2008 et 2010.

Deux bases de données exhaustives sont utilisées pour le suivi oncologique et fonctionnel des patients opérés d'une PT et de toute intervention pour incontinence et dysfonction érectile. La consultation dédiée aux troubles fonctionnels urologiques post-PT nous a permis d'optimiser le dépistage des patients nécessitant une intervention secondaire. Ces patients pouvaient être rappelés par une infirmière dédiée en cas de non-présentation à une consultation d'urologie fonctionnelle ou s'ils souhaitaient plus d'information sur les traitements disponibles. Enfin, dans le cadre de protocoles de recherches cliniques sur les troubles fonctionnels post-PT, la majorité des patients ayant eu une PT dans la période de l'étude ont été contactés et interrogés pour un éventuel recrutement, sauf si leurs scores fonctionnels étaient jugés normaux.

Enfin, ils n'ont pas pu rapporter le nombre de patients présentant une indication chirurgicale pour IU ou DE mais n'ayant pas souhaité une intervention correctrice. Par exemple, certains patients présentant une DE ne répondant pas au traitement médical maximal ont refusé la pose d'une prothèse pénienne préféré abandonner toute activité sexuelle après la PT. Ceci souligne la difficulté d'apprécier dans son ensemble les conséquences fonctionnelles de la PT.

Cette étude suggère que, dans une équipe déjà formée à la voie d'abord laparoscopique, la transition PT-Lap-PT-Rob n'augmente pas le taux d'intervention pour IU et DE. Au contraire, il pourrait y avoir une amélioration des taux d'interventions secondaires dès la phase d'apprentissage de la PT-Rob. D'autre part, l'abandon progressif de la PT-Lap semble s'accompagner d'une augmentation du taux de chirurgie secondaire.

CONCLUSION

La prostatectomie totale (PT) reste le traitement de référence du cancer de prostate dans sa forme localisée. Les deux principales séquelles de cette intervention sont la survenue d'une dysfonction érectile (DE) et d'une incontinence urinaire (IU) qui restent une préoccupation majeure de cette chirurgie.

La prostatectomie laparoscopique robot assistée s'inscrit dans une évolution globale des techniques chirurgicales vers une approche mini-invasive. Une technique inspirée de centres de référence, standardisée à la fois pour l'opérateur mais aussi pour son assistant et son équipe paramédicale, est indispensable à la mise en place d'un programme de robotique sûr, ambitieux et attractif.

Le Maroc a reconnu l'importance d'acquérir des robots chirurgicaux, à la fois pour réduire

L'écart avec l'Europe, compte tenu de sa proximité géographique, et pour renforcer son image de leader économique en Afrique.

Le Maroc a fait des progrès considérables en matière de politique de santé, comme en témoigne l'augmentation de plus de 50 % entre 2015 et 2021 du nombre de patients.

Le Maroc a déjà installé deux robots chirurgicaux : un robot Revo-I à l'hôpital universitaire d'Agadir et un robot Tumai dans un hôpital privé de Casablanca.

Le pays s'apprête également à acquérir huit autres robots qui seront utilisés dans les établissements de santé militaires, publics et privés.

L'urologie, la chirurgie viscérale, la gynécologie et la chirurgie thoracique étant les principales spécialités concernées.

Malgré ces avancées, le programme de chirurgie robotique au Maroc n'en est qu'à ses débuts.

La législation spécifique et les protocoles de remboursement sont en cours de discussion et il faudra probablement plusieurs mois pour les finaliser.

L'objectif est d'établir un système de financement équitable qui rende les nouvelles technologies accessibles aux communautés les moins aisées.

Il est important de noter que la classification actuelle des actes médicaux au Maroc n'inclut pas encore la chirurgie robotique.

Quelques interventions réalisées jusqu'à présent ont été financées par les patients.

Le secteur privé s'appuie sur des chirurgiens marocains expérimentés exerçant en Europe pour faire avancer leurs projets.

Tandis que les institutions militaires et publiques peuvent s'engager dans des expériences de contrôle et de formation à l'étranger. (55)

La mise en œuvre progressive de la chirurgie robotique au Maroc est très prometteuse, bien que sa viabilité et sa rentabilité restent un défi pour un pays à revenu moyen.

RÉSUMÉS

RESUME

1. Technologie et Équipement Robotique

La chirurgie robotique, notamment en urologie, est dominée par le **système Da Vinci**. Ce robot avancé, avec plusieurs modèles (Xi, X, SP), offre une chirurgie de haute précision grâce à des fonctionnalités telles que :

- **Vision 3D HD** et imagerie par fluorescence (Firefly).
- **Instruments EndoWrist**, qui surpassent la main humaine en amplitude et en stabilité.
- **Modèles polyvalents** : Da Vinci Xi pour des interventions complexes, Da Vinci SP pour une chirurgie à incision unique.

Le marché est en pleine expansion, intégrant d'autres systèmes comme le **Toumai** et le **Senhance**, qui apportent des innovations en téléchirurgie et connectivité 5G.

2. Techniques Chirurgicales de la Prostatectomie Robot-Assistée

La **RARP** suit plusieurs étapes clés :

1. **Préparation** : Positionnement du patient et installation du robot.
2. **Dissection** : Retrait précis de la prostate et des vésicules séminales grâce à une vision amplifiée et des mouvements robotisés contrôlés.
3. **Curage ganglionnaire** : Réalisé pour évaluer et traiter les risques de dissémination ganglionnaire.
4. **Reconstruction** : Suture délicate pour rétablir la continuité urinaire.

Les techniques de préservation des nerfs caverneux, rendues possibles par la robotique, favorisent la récupération de la fonction érectile et de la continence.

3. Avantages et Risques

Avantages :

- **Précision exceptionnelle**, éliminant les tremblements.
- **Moins d'invasivité** : Réduction des douleurs, des saignements, et des complications post-opératoires.
- **Récupération rapide** : Séjours hospitaliers raccourcis.
- **Amélioration fonctionnelle** : Meilleure préservation des nerfs et résultats urinaires.

Risques et limites :

- **Coût élevé** : Technologie coûteuse et peu accessible dans certaines régions.
- **Courbe d'apprentissage** : La durée opératoire peut être longue pour les équipes peu expérimentées.
- **Durabilité des résultats** : Dépend fortement de l'expérience du chirurgien.

4. Perspectives et Conclusion

La robotique est devenue un standard dans la chirurgie mini-invasive, offrant une combinaison de précision et de confort pour le patient. Cependant, son adoption reste limitée par des barrières économiques et logistiques.

Les progrès futurs (IA, téléchirurgie) promettent de rendre ces technologies plus accessibles, transformant encore davantage les pratiques chirurgicales. Le défi principal reste d'assurer une formation adéquate et de maintenir un accès équitable à ces innovations.

ABSTRACT

1. Robotic technology and equipment

Robotic surgery, particularly in urology, is dominated by the Da Vinci system. This advanced robot, with several models (Xi, X, SP), offers high-precision surgery thanks to features such as :

- 3D HD vision and fluorescence imaging (Firefly).
- EndoWrist instruments, which surpass the human hand in amplitude and stability.
- Versatile models: Da Vinci Xi for complex procedures, Da Vinci SP for single-incision surgery.

The market is expanding rapidly, integrating other systems such as Toumai and Senhance, which bring innovations in telesurgery and 5G connectivity.

2. Robot-Assisted Prostatectomy surgical techniques

- ▲ RARP follows several key stages:
- ▲ Preparation: Patient positioning and robot installation.
- ▲ Dissection: Precise removal of the prostate and seminal vesicles using amplified vision and controlled robotic movements.
- ▲ lymph node dissection: Performed to assess and treat the risk of lymph node dissemination.
- ▲ Reconstruction: delicate suturing to re-establish urinary continuity.

Techniques for preserving cavernous nerves, made possible by robotics, promote recovery of erectile function and continence.

3. Benefits and risks

Advantages:

- Exceptional precision, eliminating tremors.
- Less invasiveness: Reduced pain, bleeding and post-operative complications.
- Rapid recovery: shorter hospital stays.
- Functional improvement: Better nerve preservation and urinary outcomes.

Risks and limitations :

- High cost: Technology is expensive and not readily available in some regions.
- Learning curve: Operating time can be long for inexperienced teams.
- Durability of results: Highly dependent on surgeon's experience.

4.Perspectives and conclusions

Robotics has become a standard in minimally invasive surgery, offering a combination of precision and patient comfort. However, its adoption remains limited by economic and logistical barriers.

Future advances (AI, telesurgery) promise to make these technologies more accessible, further transforming surgical practices. The main challenge remains to ensure adequate training and maintain equitable access to these innovations.

ملخص

1. التكنولوجيا والمعدات الروبوتية

يهيمن نظام دافنشي على الجراحة الروبوتية، وخاصة في جراحة المسالك البولية. يوفر هذا الروبوت المتقدم، مع عدة نماذج (Xi)، X، (SP)، جراحة عالية الدقة بفضل ميزات مثل: الرؤية ثلاثية الأبعاد عالية الدقة والتصوير الفلوري (Firefly). أدوات EndoWrist التي تتفوق على اليد البشرية في السعة والثبات. نماذج متعددة الاستخدامات: دافنشي إكس آي للعمليات المعقدة، ودافنشي إس بي للجراحة ذات الشق الواحد.

يشهد السوق توسعاً سريعاً، حيث يضم أنظمة أخرى مثل نظامي Toumai وSenhance، اللذين يجلبان ابتكارات في الجراحة عن بُعد والاتصال بالجيل الخامس.

2. التقنيات الجراحية لاستئصال البروستاتا بمساعدة الروبوت

تتبع جراحة استئصال البروستاتا بمساعدة الروبوت عدة مراحل رئيسية:

1. التحضير: وضع المريض وتركيب الروبوت.
2. التشريح: الاستئصال الدقيق للبروستاتا والحوصلات المنوية باستخدام رؤية مضخمة وحركات روبوتية مضبوطة.
3. تشريح العقدة اللمفاوية: يتم إجراؤه لتقييم وعلاج خطر انتشار العقدة اللمفاوية.
4. إعادة الإعمار: خياطة دقيقة لإعادة الاستمرارية البولية.
5. تقنيات الحفاظ على الأعصاب الكهفية، التي أصبحت ممكنة بفضل الروبوتات، تساعد على استعادة وظيفة الانتصاب والاستمرارية.

3. الفوائد والمخاطر

المزايا:

- دقة استثنائية، والقضاء على الهزات.
- أقل توغلاً: تقليل الألم والنزيف ومضاعفات ما بعد الجراحة.
- تعافي أسرع: إقامة أقصر في المستشفى.

-تحسين الوظيفة: الحفاظ على الأعصاب والنتائج البولية بشكل أفضل.

المخاطر والقيود:

-التكلفة العالية: التكنولوجيا باهظة الثمن وغير متوفرة على نطاق واسع في بعض

المناطق.

-منحنى التعلم: يمكن أن يكون وقت الجراحة طويلاً بالنسبة للفرق عديمة الخبرة.

-متانة النتائج: تعتمد بشكل كبير على خبرة الجراح.

4. التوقعات والخلاصة

لقد أصبحت الروبوتات معياراً في الجراحة طفيفة التوغل، حيث تقدم مزيجاً من الدقة

وراحة المريض. ومع ذلك، لا يزال اعتمادها محدوداً بسبب العوائق الاقتصادية واللوجستية.

تعد التطورات المستقبلية (الذكاء الاصطناعي والجراحة عن بُعد) بجعل هذه التقنيات

أكثر سهولة، مما يزيد من تحويل الممارسات الجراحية. ويبقى التحدي الرئيسي هو ضمان

التدريب الكافي والحفاظ على الوصول العادل إلى هذه الابتكارات.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] A.R. Lanfranco, A.E. Castellanos, J.P. Desai, W.C. Meyers
Robotic surgery : a current perspective
Ann Surg, 239 (2004), pp. 14–21
- [2] N. Lee Robotic surgery
Lancet, 384 (2014), p. 1417
- [3] H.Y. Yu, D.F. Friedlander, S. Patel, J.C. Hu
The current status of robotic oncologic surgery
CA Cancer J Clin, 63 (2013), pp. 45–56
- [4] D.R. Yates, M. Rouprêt, M.O. Bitker, C. Vaessen
Eur Urol, 60 (2011), pp. 263–265
- [5] T. Tokas, A.S. Gözen, M. Avgeris, *et al.*
Eur Urol Focus, 3 (2017), pp. 413–420
- [6] D.R. Kaye, J.K. Mullins, H.B. Carter, T.J. Bivalacqua
Nat Rev Urol, 12 (2015), pp. 55–60
- [7] S. Paul, P. McCulloch, A. Sedrakyan”
BMJ, 346 (2013), Article f1573
- [8] A. Trehan, T.J. Dunn
BMJ, 347 (2013), Article f7470
- [9] B. Ljungberg, L. Albiges, Y. Abu-Ghanem, *et al.*
Eur Urol, 82 (2022), pp. 399–410
- [10] Rouprêt M, Babjuk M, Burger M, et al. EAU guidelines on upper urinary tract urothelial carcinoma 2020. European Association of Urology guidelines 2020 edition [Internet]. Arnhem, The Netherlands: European Association of Urology Guidelines Office; 2020. <http://uroweb.org/guideline/upper-urinary-tract-urothelial->

cell–carcinoma/.

- [11] R. Cathomas, A. Lorch, H.M. Bruins, *et al.*
Eur Urol, 81 (2022), pp. 95–103
- [12] N. Mottet, R.C.N. van den Bergh, E. Briers, *et al.*
Eur Urol, 79 (2021), pp. 243–26
- [13] Biologie moléculaire de la prostate normale et pathologique. EMC
Urologie. 2011 ;1-10.
- [14] Atlas d'anatomie humaine de Franck Netter (2ème édition)
- [15] Chapitre 22 : Prostate et loge prostatique Professeur Philippe
CHAFFANJON
- [16] Institut National Du Cancer. La prostate [Internet]. [cité 20 oct 2016].
Disponible sur : <http://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Les-cancers/Cancer-de-la-prostate/La-prostate>
- [17] Tostain J, Rossi D, Martin PM. Physiologie des androgènes chez l'homme
adulte. Prog Urol. 2004 ;14(5) :639–60
- [18] ZERBIB M. Cancer de la prostate ; Monographie. R&Cie 270184/ DKP/
02.00
- [19] Détection précoce du cancer de la prostate ; Actualisation du référentiel
des pratiques de l'examen périodique de santé (EPS) Mai 2013
- [20] Lebre T, Méjean A. [Rare locations of metastases from prostate cancer].
Prog. Urol. 2008 nov ;18 Suppl 7 : S357–364
- [21] Coleman RE. Clinical features of metastatic bone disease and risk of
skeletal morbidity.Clin. Cancer Res. 2006 oct 15 ;12(20 Pt 2) :6243s–
6249s
- [22] www.intuitivesurgical.com/safety. © 2019 Intuitive Surgica PN1052082–

US RevA 01/2019

- [23] Copyright © 2024 Intuitive Surgical Operations, Inc. Tous droits réservés. Les noms de produits / logos sont des marques commerciales ou des marques déposées d'Intuitive Surgical, ou de leurs détenteurs respectifs MAT01302V3FR 07/2024
- [24] © 2020 Intuitive Surgical, Inc. Tous droits réservés. Les noms de produits et les noms de marques/logos sont des marques commerciales ou des marques déposées d'Intuitive Surgical ou de leurs propriétaires respectifs. Consultez la page www.intuitive.com/trademarks.
- [25] [25] Cadeddu JA, Stoianovici D, Kavoussi LR. Robotic surgery in urology. *Urol Clin North Am* 1998 25 :75–8.
- [26] Harris SJ, Arambula–Cosio F, Mei Q, Hibberd RD, Davies BL, Wickham JE, et al. The Probot—an active robot for prostate resection. *Proc Inst Mech Eng [H]* 1997 ;211:317–25.
- [27] Binder J, Jones J, Bantas W, Wolfram M, Brautigam R, Probst M, et al. Robot-assisted laparoscopy in urology. Radical prostatectomy and reconstructive retroperitoneal interventions. *Urologe A* 2002;41:144–9.
- [28] Bhandari A, McIntire L, Kaul SA, Hemal AK, Peabody JO, Menon M. Perioperative complications of robotic radical prostatectomy after the learning curve. *J Urol* 2005;174:915–8.
- [29] Menon M, Shrivastava A, Tewari A, Sarle R, Hemal A, Peabody JO, et al. Laparoscopic and robot assisted radical prostatectomy: establishment of a structured program and preliminary analysis of outcomes. *J Urol* 2002;168:945–9.

- [30] Hlering TE, Skarecky D, Lee D, Clayman RV. Successful transfer of open surgical skills to a laparoscopic environment using a robotic interface: initial experience with laparoscopic radical prostatectomy. J Urol 2003;170:1738–41
- [31] Patel VR, Palmer KJ, Coughlin G, Samavedi S. Robotic–assisted laparoscopic radical prostatec– tomy: perioperative outcomes of 1500 cases. J Endourol 2008;22:1s–7s
- [32] Patel VR, Coelho RF, Palmer KJ, Rocco B. Periurethral suspension stitch during robot assisted laparoscopic radical prostatectomy: description of the technique and continence outcomes. Eur Urol 2009;56:472–8.
- [33] Rocco F, Rocco B. Surgery illustrated – focus on details, anatomical reconstruction of the rhab dosphincter after radical prostatectomy. BJU international 2009;104:274–81.
- [34] Coelho RF, Chauban S, Orvieto MA, Sivara man A, Palmer KJ, Coughlin G, et al. Influence of modified posterior reconstruction of the rhab dosphincter on early recovery of continence and anastomotic leakage rates after robot assisted radical prostatectomy. Eur Urol. 2011;59(1):72–80.
- [35] Yu H, Hevelone HD, Lipsitz SR, et al. Use, costs and comparative effectiveness of robotic assisted, laparoscopic and open urological surgery. J Urol 2012;187:1392–1398.
- [36] Hofer MD, Meeks JJ, Cashy J, et al. Impact of increasing prevalence of minimally invasive prostatectomy on open prostatectomy observed in the National Inpatient Sample and National Surgical Quality Improvement Program. J Endourol 2013;27:102–107.

- [37] Barry MJ, Gallagher PM, Skinner JS, et al. Adverse effects of robotic-assisted laparoscopic versus open retropubic radical prostatectomy among a nationwide random sample of Medicare-age men. *J Clin Oncol* 2012;30:513-518.
- [38] Moran PS, O'Neill M, Teljeur C, et al. Robot-assisted radical prostatectomy compared with open and laparoscopic approaches: a systematic review and meta-analysis. *Int J Urol* 2013;20:312-321.
- [39] *Eur Urol* 2010 ;57 :170-192. 2010 European Association of Urology. Published by Elsevier B.V. All right reserved.
- [40] G. Ploussard, A. de la Taille, M. Moulin, D. Vordos, A. Hoznek, C.C. Abbou, *et al.* Comparisons of the perioperative, functional, and oncologic outcomes after robot-assisted versus pure extraperitoneal laparoscopic radical prostatectomy. *Eur Urol*, 65 (2014), pp. 610-619
- [41] R.F. Coelho, B. Rocco, M.B. Patel, M.A. Orvieto, S. Chauhan, V. Ficarra, *et al.* Retropubic, laparoscopic, and robot-assisted radical prostatectomy: a critical review of outcomes reported by high-volume centers. *J Endourol*, 24 (2010), pp. 2003-2015
- [42] V. Ficarra, G. Novara, T.E. Ahlering, A. Costello, J.A. Eastham, M. Graefen, *et al.* Systematic review and meta-analysis of studies reporting potency rates after robot-assisted radical prostatectomy. *Eur Urol*, 62 (2012), pp. 418-430
- [43] L. Salomon, S. Bastuji-

- Garin, M. Soulie, M. Devonec, E. Boutin, E. Mandron, *et al.* Prog Urol, 25 (2015), p. 793
- [44] D. Ilic, S.M. Evans, C.A. Allan, J.H. Jung, D. Murphy, M. Frydenberg
Laparoscopic and robotic-assisted versus open radical prostatectomy for the treatment of localised prostate cancer. Cochrane Database Syst Rev, 9 (2017), p. CD009625
- [45] J. Nossiter, A. Sujenthiran, S.C. Charman, P.J. Cathcart, A. Aggarwal, H. Payne, *et al.* Robot-assisted radical prostatectomy vs laparoscopic and open retropubic radical prostatectomy: functional outcomes 18 months after diagnosis from a national cohort study in England
Br J Cancer, 118 (2018), pp. 489–494
- [46] D.F. Penson, D. McLerran, Z. Feng, L. Li, P.C. Albertsen, F.D. Gilliland *et al.*, 5-year urinary and sexual outcomes after radical prostatectomy: results from the Prostate Cancer Outcomes Study J Urol., 179 (2008), pp. S40–S44
- [47] C.B. Begg, E.R. Riedel, P.B. Bach, M.W. Kattan, D. Schrag, J.L. Warren, *et al.*
Variations in morbidity after radical prostatectomy
N Engl J Med, 346 (2002), pp. 1138–1144
- [48] J.L. Stanford, Z. Feng, A.S. Hamilton, F.D. Gilliland, R.A. Stephenson, J. W. Eley, *et al.* Urinary sexual function after radical prostatectomy for clinically localized prostate cancer: the Prostate Cancer Outcomes Study JAMA, 283 (2000), pp. 354–360
- [49] Medical Robotic Systems Market Size, Share & Trends Analysis Report by Type (Surgical Robots, Exo-Robots, Pharma Robots, Cleanroom Robots,

- Robotic Prosthetics, Medical Service Robots), by Region, and Segment Forecasts (2022 – 2030)
- [50] Delaware--Global Market Insights Inc.(July 14, 2022)
- [51] Robotics: the Future of Minimally Invasive Heart Surgery". Biomed.brown.edu. Retrieved April 19, 2011.
- [52] J. Finkelstein, E. Eckersberger, H. Sadri, S.S. Taneja, H. Lepor, B. Djavan Open versus laparoscopic versus robot-assisted laparoscopic prostatectomy: the European and US experience . Rev. Urol., 12 (2010), pp. 35–43
- [53] M.W. Ball, A.C. Reese, L.Z. Mettee, C.P. Pavlovich
Safety of minimally invasive radical prostatectomy in patients with prior abdominopelvic or inguinal surgery J. Endourol., 29 (2015), pp. 192–197,
- [54] T.K. Ng, A.W.X. Low, J.S.P. Yuen Sandwiched posterior–anterior reconstructed tissue–glued anastomosis (SPARTAN) in RARP: a consistently reproducible urethro–vesical anastomosis for early catheter removal and continence recovery Urol. Video J., 4 (2019), Article 100019,
- [55] available online: <https://observateur.info/article/110956/video/une-premiere-au-maroc-le-robot-toumai-entre-en-service-a-la-clinique-du-littoral-a-casablanca> (accessed on 19 August 2024).
- [56] L. Schiff, Z. Tsafrir, J. Aoun, A. Taylor, E. Theoharis, D. Eisenstein
Quality of communication in robotic surgery and surgical outcomes JSLS, 20 (3) (2016)
- [57] P. Francis, H.N. Winfield Care of the patient undergoing robotic–assisted

- laparoscopic pyeloplasty. Urol Nurs, 26 (2) (2006), pp. 110–115
- [58] N. Sewberath Misser, B. van Zaane, J.E.N. Jaspers, H. Gooszen, J. Versendaal Implementing medical technological equipment in the OR: Factors for successful implementations J Healthc Eng (2018), p. 8502187
- [59] V. Phé a P. Sebe ; Anatomie chirurgicale des fascias de la prostate ; Progrès en Urologie.FMC2014;24:F47F50 ;<https://www.urofrance.org/fileadmin/documents2/data/PF/2014/v24i2/S1761676X13000783/main.pdf>
- [60] Coughlin GD, Yaxley JW, Chambers SK, Occhipinti S, Samaratunga H, Zajdlewicz L, et al. Robot-assisted laparoscopic prostatectomy versus open radical retropubic prostatectomy: 24 month outcomes from a randomised controlled study. Lancet Oncol 2018 [In press].
- [61] Yaxley JW, Coughlin GD, Chambers SK, Occhipinti S, Samaratunga H, Zajdlewicz L, et al. Robot-assisted laparoscopic prostatectomy versus open radical retropubic prostatectomy: early outcomes from a randomised controlled phase 3 study. Lancet 2016 10;388 (10049):1057–66.
- [62] Recommendations cancerologie AFU 2024.