



HAL
open science

La médico-économie peut-elle contribuer à l'efficacité d'un programme local de chirurgie urologique robot-assistée ?

Pierre Madé

► **To cite this version:**

Pierre Madé. La médico-économie peut-elle contribuer à l'efficacité d'un programme local de chirurgie urologique robot-assistée ?. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03526644

HAL Id: dumas-03526644

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03526644>

Submitted on 14 Jan 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

N° d'ordre :

213



ANNÉE 2020



THÈSE D'EXERCICE / UNIVERSITÉ DE RENNES 1
sous le sceau de l'Université Bretagne Loire

Thèse en vue du

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée sous forme de

**MÉMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME D'ETUDES SPÉCIALISÉES
EN PHARMACIE HOSPITALIERE**

présentée par

Pierre Madé

**La médico-économie
peut-elle contribuer à
l'efficacité d'un
programme local de
chirurgie urologique
robot-assistée ?**

**Thèse soutenue à Rennes
le 27 Octobre 2020 de 14h30 à 16h**

devant le jury composé de :

Pascal LE CORRE

PU-PH, UFR de pharmacie de l'université de
Rennes 1 et CHU Pontchaillou / Président

Olivier SELLAL

Pharmacien, PH, CHU de Nantes / Directeur de
thèse

Jérôme RIGAUD

PU-PH, Ecole de chirurgie et de pratiques
interventionnelles de Nantes et CHU de Nantes/
examineur

Antoine DUPUIS

PU-PH, UFR de médecine et de pharmacie de
l'université de Poitiers et CHU de Poitiers /
examineur

Listes des enseignants-chercheurs de la faculté des sciences pharmaceutiques et biologiques

Année universitaire 2019-2020

PROFESSEURS :

BOUSTIE Joël	LORANT (BOICHOT) Elisabeth
DONNIO Pierre Yves	MOREL Isabelle
FAILI Ahmad	POREE François-Hugues
FARDEL Olivier	SERGENT Odile
FELDEN Brice	SPARFEL-BERLIVET Lydie
GAMBAROTA Giulio	TOMASI Sophie
GOUGEON Anne	URIAC Philippe
LAGENTE Vincent	VAN DE WEGHE Pierre
LE CORRE Pascal	VERNHET Laurent

PROFESSEURS ASSOCIES :

BUREAU Loïc	DAVOUST Noëlle
-------------	----------------

PROFESSEURS EMERITES :

CILLARD Josiane	URIAC Philippe
-----------------	----------------

GUILLOUZO André

MAITRES DE CONFERENCES :

ABASQ-PAOFAI Marie-Laurence	BRUYERE Arnaud
ABINAT Caroline	BUNETEL Laurence
BEGRICHE Karima	CHOLLET-KRUGLER Marylène
BOUSARGHIN Latifa	DELALANDE Olivier
BRANDHONNEUR Nolwenn	DELMAIL David

DION Sarah

DOLLO Gilles

GICQUEL Thomas

GILOT David

GOUAULT Nicolas

HITTI Eric

JEAN Mickaël

JOANNES Audrey

LECUREUR Valérie

LE GALL-DAVID Sandrine

LE PABIC Hélène

LEGOUIN-GARGADENNEC Béatrice

LOHEZIC-LE DEVEHAT Françoise

MARTIN-CHOULY Corinne

NOURY Fanny

PINEL-MARIE Marie-Laure

PODECHARD Normand

POTIN Sophie

RENAULT Jacques

ROUILLON Astrid

ASSISTANT HOSPITALO-UNIVERSITAIRE (AHU) :

AUTIER Brice

BOUVRY Christelle

BACLE Astrid

MENARD Guillaume

ATER :

KOWOUVI Koffi

LRU :

ALFONSO Damien

GUILLORY Xavier

BELLAMRI Nessrine

Remerciements :

A Monsieur le Professeur Pascal Le Corre,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la Présidence de ce jury de thèse. Veuillez trouver ici l'expression de ma sincère reconnaissance et de mon plus grand respect.

A Monsieur Olivier Sellal,

Pour m'avoir fait l'honneur d'être mon directeur de thèse. Merci de m'avoir impliqué dans ce beau projet. Merci pour votre disponibilité et pour votre encadrement. Merci aussi pour ces six mois passés à la pharmacie centrale du CHU de Nantes, durant lesquels j'ai pu profiter de votre expertise sur les dispositifs médicaux et de votre bienveillance. Je vous témoigne tout mon respect à travers ces quelques mots.

A Monsieur le Professeur Jérôme Rigaud,

Pour m'avoir fait l'honneur d'être membre de mon jury. Sans vous, ce travail n'aurait pas lieu d'être. Merci pour votre disponibilité durant les interventions auxquelles j'ai pu assister. Merci pour vos conseils avisés et votre sympathie.

A Monsieur le Professeur Antoine Dupuis

Pour m'avoir fait l'honneur d'être membre de mon jury. Merci également pour cette année passée à Poitiers, durant laquelle j'ai pu profiter de ta bonne humeur quotidienne et de ton expertise de pharmacien clinicien qui donnaient toujours lieu à des débats intéressants.

A toute l'équipe chirurgicale urologique, IBODE, chirurgiens et aide-soignants,

Pour votre disponibilité, votre gentillesse et votre contribution très active au recueil de données.

A Madame Nathalie Surer,

Pour votre aide précieuse et prompt.

A Mesdames Alexandra Choir et Sophie Le Bihan,

Pour votre disponibilité et votre réactivité.

A tous ceux qui m'ont aidé durant cette thèse et que je n'ai pas cités,

Pour votre contribution à ce travail.

Aux pharmaciens et préparateurs de l'EPSM Charcot à Caudan, du Chu de Poitiers, de l'ICO Gauducheau et du CHU de Nantes,

Pour votre accueil, votre disponibilité et votre pédagogie ayant suscité en moi le goût de cette profession.

A mes parents,

Vous incarnez un modèle de stabilité, d'humanité, de générosité et de bienveillance à mes yeux. Merci pour toutes ces valeurs que vous m'avez inculquées, pour la lumière lors de ces moments d'égarement, et pour ce soutien indéfectible durant tout mon cursus scolaire. J'espère que tous vos efforts feront de moi un homme à votre image.

A mes sœurs,

Pour avoir appris à vivre avec ce petit dernier capricieux. Vous n'avez jamais failli à votre rôle de grande sœur. Merci pour votre gentillesse et pour votre bonne humeur qui a égayé ces années passées à la maison. J'espère de tout cœur que l'on entretiendra longtemps ces liens forts qui nous unissent.

A mes grands-parents,

Pour tout ce temps que vous m'avez consacré, pour vos conseils sages et toujours avisés. Je suis si fier de ce que vous étiez. J'espère honorer votre mémoire.

A Ludovic et à Elie,

Pour rendre mes sœurs heureuses.

A mes neveux Baptiste, Tom, Malo, Paul, Théo et Eliott,

Pour cette équipe de basket que vous devriez monter, et pour cette joie de vivre qui vous caractérise.

A mes potes d'enfance François, Kevin, Damien, Begel, Julaud,

Pour tout ce qui nous unissait : le foot, les premières sorties, nos délires.

A la team du Rheu, Flo, Gal, Boris, Riket, Ben, Grégoire

Pour les goals espagnols, les voyages, les week-ends, les soirées, les festoches...

A mes potes de Fac,

Estelle, Justine, Florian, Marc, Oona et Morgan, ces rencontres exceptionnelles sans qui ces années fac auraient été bien ternes. Pour tous ces moments de complicité qu'on a partagés, pour toutes ces oreilles qu'on a cassées, pour toutes ces soirées rennaises animées, pour toutes ces chorégraphies horizontales, je vous remercie ! Que ces « week-ends comme avant » ravivent encore longtemps notre amitié. Il nous reste bien des occasions à fêter et bien des courses à passer devant les stands de la Félicita.

A Barbara,

Merci pour ta franchise et ta disponibilité. A travers cette thèse ou dans d'autres circonstances, à 16 heures ou à 1 heure du matin, tu es toujours là. Merci aussi pour ces conseils avisés que tu aimes distiller, peut être en écouterai-je quelques-uns ! Merci aussi pour tous ces gâteaux qui se sont volatilisés dans ton garde-manger dans ton bureau. Ton amitié m'est très chère BM.

A mes co-internes de Poitiers, Adeline, Barbara, Alexandre, Eugénie, Vivien, Louise, Clémentine, Samuel, Guillaume, JB, Jihad...

Jamais je n'oublierai ces années Poitevines et cette formidable osmose entre les internes. Pour échapper à ce blues ambiant qui aura connu quelques disciples, nous nous sommes adonnés sans modération aux plaisirs poitevins : les soirées à la TB, les soirées jeux de société chez Alphonse, les barbecues au lac Saint-Cyr, la team foot de la pharmacie, les paëllas à l'encre de seiche, les saucisses religieusement préparées à l'extrémité du couloir... Merci encore !

A mes co-internes Nantais,

Merci à Simon, notre belle rencontre nantaise, adopté par la team poitevine après avoir terrassé Tex au babyfoot.

Merci à Jihad, qui m'a laissé seul navet spatial à l'assemblée générale des internes, mais qui n'aura jamais ménagé mes zygomatiques durant ces six mois communs formidables à Gauducheau.

Merci à Anthony et Laura qui auront dû subir mes sauts d'humeur et d'attention durant ce dernier semestre, la faute au travail susmentionné. Aura-t-on vu le fond du bol dans ce bureau ?

Mention spéciale à Adeline pour ces quelques mois de colocation studieux qui auront renforcé notre belle amitié !

Merci à tous les autres internes.

Aux Nantis, Guillaume, Erwan, Lucie, Anne, Val, JD, Mari, Camille, ...

Qui auront illuminé ces soirées bien nantaises bien darks ! Pour toutes ces soirées jeux de société, consacrées à étaler sa confiture au Times Up, toutes ces soirées à la MC, tous ces Perrok-Prohib-Marlowe, ces soirées LDC ruinées par les filles, les piconnades, (...), merci !

Serment de Galien

En présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'Ordre des pharmaciens et de mes condisciples, je jure :

-D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;

-D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;

-De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.



Table des matières

Remerciements :	2
Table des matières	6
Liste des annexes	10
Liste des tables	12
Table des figures	14
Liste des abbréviations	16
Introduction	18
I. La chirurgie oncologique en urologie	20
I.1. La prostatectomie totale	20
I.1.1. L'anatomie de la prostate	20
I.1.2. Les cancers de la prostate	20
I.2. La cystectomie totale	23
I.2.1. L'anatomie de la vessie	23
I.2.2. Les vessies neurogènes	23
I.2.3. Les tumeurs vésicales	25
I.2.4. La cystectomie totale	26
I.1.3. Néphrectomie Partielle	29
I.1.3.1. L'anatomie rénale	29
I.1.3.2. Le cancer du rein	29
I.1.3.3. La néphrectomie partielle	30
II. La chirurgie robotique	32
II.1. Les techniques chirurgicales	32
II.1.1. La chirurgie ouverte	32
II.1.2. L'approche mini-invasive	32
II.2. La classification des robots chirurgicaux	33
II.2.1. Les systèmes robotiques passifs	33
II.2.2. Les systèmes robotiques semi-actifs	33
II.2.3. Les systèmes robotiques actifs	33
II.3. Les robots	34
II.3.1. L'étymologie du mot robot	34
II.3.2. La définition d'un robot	34
II.3.3. La constitution d'un robot	34
II.3.4. La robotique	35

II.3.5. L'histoire des robots	35
II.4. L'Histoire de la chirurgie robotique.....	36
II.4.1. Les prémices de la robotique chirurgicale	36
II.4.2. Les robots de télémanipulation chirurgicaux.....	37
III. Le Robot Da Vinci®.....	39
III.1. L'histoire du robot Da Vinci®	39
III.2. Le marché mondial Da Vinci®	40
III.3. La Robotique au CHU de Nantes.....	40
III.3.1. L'équipement robotique	40
III.3.2. La logistique	40
III.3.3. L'activité robotique au CHU de Nantes	41
III.3.4. Le système Da Vinci®.....	43
III.3.5. L'ergonomie du robot Da Vinci®	48
III.3.6. Les résultats cliniques de la chirurgie robot-assistée en urologie	51
IV. L'organisation du programme	56
IV.1. La formation	56
IV.1.1. La courbe d'apprentissage en chirurgie urologique robot assistée.....	56
IV.1.2. L'impact de la courbe d'apprentissage	57
IV.1.3. La formation des chirurgiens	59
IV.1.4. La formation de l'équipe paramédicale.....	62
IV.2. L'équipe chirurgicale.....	62
IV.2.1. La composition de l'équipe chirurgicale.....	62
IV.3. La salle d'intervention robotique	67
IV.3.1. Les dimensions de la salle d'intervention robotique	67
IV.3.2. La charge au sol du robot.....	68
IV.3.3. L'organisation de la salle	68
V. La tarification à l'activité.....	70
V.1. Le Programme de médicalisation des systèmes d'informatisation.....	70
V.2. La classification des séjours en groupes homogènes de malades	70
V.2.1. La définition d'un groupe homogène de malades	70
V.2.2. Les résumés de sortie standardisés	70
V.2.3. Les principes de la classification en groupe homogène de malades.....	71
V.3. L'étude nationale des coûts	71
VI. La méthodologie de l'étude	73

VI.1. Le contexte de l'étude.....	73
VI.2. La description de l'étude	73
VI.2.1. Les objectifs de l'étude.....	73
VI.2.2. La typologie de l'étude	73
VI.2.3. Les critères d'inclusion de l'étude.....	74
VI.2.4. Les critères d'exclusion	74
VI.2.5. Le matériel de l'étude	74
VI.2.6. L'équipe chirurgicale.....	74
VI.3. Le recueil de données	74
VI.3.1. Le recueil de données	74
VI.3.2. Les données relatives au patient.....	75
VI.3.3. Les données relatives à la maladie.....	75
VI.3.4. Les données relatives à la chirurgie.....	76
VI.3.5. La comptabilité des ressources consommées	77
VI.3.6. Les données relatives au séjour.....	79
VI.4. Analyse statistique	79
VII. Résultats	81
VII.1. Les cystectomies robot-assistées.....	81
VII.1.1. Les données rétrospectives.....	81
VII.1.2. Les données prospectives	89
VII.1.3. La modélisation de l'impact de certains postes de dépenses sur le coût des cystectomies	90
VII.2. Les prostatectomies totales robot-assistées	91
VII.2.1. Les données rétrospectives.....	91
VII.2.2. Les données prospectives	96
VII.2.3. La modélisation de l'impact de certains postes de dépenses.....	96
VII.3. Les néphrectomies partielles.....	97
VII.3.1. Les données rétrospectives.....	97
VII.3.2. Les données prospectives	102
VII.3.3 La modélisation de l'impact de certains postes de dépenses.....	102
VIII. Discussion	104
VIII.1. La balance financière des séjours.....	104
VIII.2. Les principaux postes de dépenses.....	104
VIII.3. Les facteurs de variabilité du coût des séjours	105

VIII.4. La stratégie de contention des coûts	109
VIII.5. Les limites de ce travail	110
VIII. Conclusion.....	112
Bibliographie	114
La mise à jour automatique des citations est désactivée. Pour voir la bibliographie, cliquez sur Actualiser dans l'onglet Zotero.ANNEXES	114

Liste des annexes

Annexe 1 - La classification pronostique des tumeurs vésicales n'infiltrant pas le muscle vésical	121
Annexe 2 - La prise en charge thérapeutique des tumeurs vésicales non infiltrantes suivant le niveau de risque défini.....	122
Annexe 3 - La prise en charge thérapeutique des tumeurs vésicales infiltrant le muscle suivant la classification TNM	123
Annexe 4 - Les groupes homogènes de séjours associés à la cystectomie totale pour affection non maligne au 1er Mars 2020.....	124
Annexe 5 - Synthèse des recommandations de prise en charge des carcinomes rénaux selon la classification TNM	125
Annexe 6 - Les fondamentaux de chirurgie robotique	126
Annexe 7 - Découpage de la salle d'intervention robotique en zones (84)	127
Annexe 8 - Les caractéristiques anesthésiques préopératoires des patients ayant bénéficié d'une cystectomie robot-assistée en 2018	128
Annexe 9 - Les caractéristiques physiopathologiques préopératoires des patients ayant bénéficié d'une cystectomie robot-assistée en 2018	129
Annexe 10 - Les données opératoires des cystectomies robot-assistées réalisées en 2018	131
Annexe 11 - Les principaux postes de dépenses des séjours associés aux cystectomies robot-assistées réalisées en 2018 par indication	134
Annexe 12 - Les postes de dépenses des cystectomies robot-assistées oncologiques réalisées en 2018 par groupe homogène de malades	136
Annexe 13 - Les postes de dépenses des cystectomies robot-assistées relevant d'indications fonctionnelles réalisées en 2018 par groupe homogène de malades.....	138
Annexe 14 - Les durées des séjours associés aux cystectomies robot-assistées réalisées en 2018 par groupe homogène de malades.....	140
Annexe 15 - Les caractéristiques anesthésiques préopératoires des patients ayant bénéficié d'une cystectomie robot-assistée en 2020	141
Annexe 16 - Les caractéristiques anesthésiques préopératoires des patients ayant bénéficié d'une cystectomie robot-assistée en 2020	142
Annexe 17 - Les données opératoires des cystectomies robot-assistées réalisées en 2020	143
Annexe 18 - Le détail des postes de dépenses chirurgicaux, anesthésiques et robotiques des cystectomies robot-assistées en 2020	146
Annexe 19 - Les caractéristiques anesthésiques préopératoires des patients bénéficiant d'une prostatectomie robot-assistée réalisées en 2018	148
Annexe 20 - Les caractéristiques physiopathologiques des patients bénéficiant d'une prostatectomie robot-assistée réalisées en 2018.....	149
Annexe 21 - Les données opératoires temporelles, techniques et temporelles des prostatectomies robot-assistées réalisées en 2018	151
Annexe 22 - Les principaux postes de dépenses des séjours associés aux prostatectomies robot-assistées réalisées en 2018	153
Annexe 23 - Les caractéristiques anesthésiques préopératoires des patients ayant bénéficié d'une prostatectomie totale robot-assistée en 2020	155
Annexe 24 - Les caractéristiques physiopathologiques des patients ayant bénéficié d'une prostatectomie totale robot-assistée en 2020.....	156

Annexe 25 - Les données opératoires des prostatectomies robot-assistées réalisées en 2020.....	158
Annexe 26 - Les postes de dépenses chirurgicaux, anesthésiques et robotiques des prostatectomies totales robot-assistées réalisées en 2020	160
Annexe 27 - Les caractéristiques anesthésiques préopératoires des patients ayant bénéficié d'une néphrectomie partielle robot-assistée en 2018	162
Annexe 28 - Les caractéristiques physiopathologiques des patients ayant bénéficié d'une néphrectomie partielle robot-assistée en 2018.....	163
Annexe 29 - Les données opératoires des néphrectomies partielles robot-assistées réalisées en 2018	164
Annexe 30 - Les principaux postes de dépenses des séjours associés aux néphrectomies partielles robot-assistées par groupe homogène de malades.....	166
Annexe 31 - Les caractéristiques anesthésiques préopératoires des patients bénéficiant d'une néphrectomie partielle en 2020	168
Annexe 32 - Les caractéristiques physiopathologiques préopératoires des patients ayant bénéficié d'une néphrectomie partielle robot-assistée en 2020	169
Annexe 33 - Les données opératoires des néphrectomies partielles robot-assistées réalisées en 2020	170
Annexe 34 - Le détail des postes de dépenses chirurgicaux, anesthésiques et robotiques des néphrectomies partielles robot-assistées réalisées en 2020.....	172
Annexe 35 - Fiche de recueil	174

Liste des tables

Tableau 1- La classification pronostique d'AMICO	21
Tableau 2 - Traitement du cancer de la prostate selon l'évolutivité et le profil clinique du patient.....	21
Tableau 3 - GHS associés à la prostatectomie radicale pour affection maligne au 1er Mars 2020	22
Tableau 4 – Les étiologies des vessies neurogènes(11)	24
Tableau 6 - Les groupes homogènes de séjours associés à la cystectomie totale pour affection maligne au 1er Mars 2020	28
Tableau 7 - Les groupes homogènes de séjours associés à la néphrectomie partielle pour affection maligne au 1er mars 2020 (8).....	31
Tableau 8 - Les dimensions des différents composants du robot Da Vinci Xi®.....	67
Tableau 9 - La classification des séjours associés aux cystectomies robot-assistées	82
Tableau 10 - Les coûts et recettes des séjours associés aux cystectomies robot-assistées par indication	82
Tableau 11 - Les coûts et recettes associés aux cystectomies robot-assistées oncologiques par groupe homogène de malades.....	83
Tableau 12 - Les coûts et recettes associés aux cystectomies robot-assistées fonctionnelles par groupe homogène de malade.....	83
Tableau 13 - Les coûts et recettes associés aux cystectomies robot-assistées par type de dérivation urinaire	84
Tableau 14 - Les durées de séjour des cystectomies robot-assistées par indication	86
Tableau 15 - Les durées de séjour des cystectomies robot-assistées par type de dérivation urinaire.....	86
Tableau 16 - Les durées opératoires moyennes des cystectomies robot-assistées par type d'indication	87
Tableau 17 - La consommation moyenne des instruments robotiques dans les cystectomies robot-assistées en fonction de l'indication	88
Tableau 18 – La classification en groupes homogènes de malades des cystectomies robot-assistées observées en 2020	90
Tableau 19 - Les bornes de variation en euros TTC des coûts utilisées pour les cystectomies robot-assistées.....	91
Tableau 20 - La classification en groupes homogènes de malades des séjours associés aux prostatectomies totales robot-assistées.....	92
Tableau 21 - Les coûts, les recettes et les différences moyens des séjours associés aux prostatectomies totales robot-assistées par groupe homogène de malades	92
Tableau 22 - La consommation d'instruments robotiques par groupe homogène de malades dans les prostatectomies totales robot-assistées.....	94
Tableau 23 - Les durées des séjours associés aux prostatectomies robot-assistées par groupe homogène de malade.....	94
Tableau 24 - Les durées opératoires par groupe homogène de malades dans les prostatectomies totales robot-assistées.....	95
Tableau 25 - Les bornes de variation suivant les performances observées dans l'étude pour les principaux postes de dépenses des prostatectomies robot-assistées.....	97

Tableau 26 - La classification en groupes homogènes de malades des séjours associés aux néphrectomies partielles.....	98
Tableau 27 - Les coûts, les recettes et les différences moyens des séjours associés aux néphrectomies partielles robot-assistées par groupe homogène de malades	98
Tableau 28 - La consommation d'instruments robotiques par groupe homogène de malades pour l'ensemble des néphrectomies partielles robot-assistées.....	99
Tableau 29 - Les durées moyennes de séjour par groupe homogène de malades pour l'ensemble des néphrectomies robot-assistées.....	100
Tableau 30 - Les durées opératoires moyennes par groupe homogène de séjour pour l'ensemble des néphrectomies robot-assistées	101
Tableau 31 - Les bornes de variation en euros TTC des postes de dépenses des néphrectomies robot-assistées.....	103

Table des figures

Figure 1 - Coupe sagittale de prostate (3).....	20
Figure 2 - Dissection du col vésical et anastomose uréthro-vésicale (7).....	22
Figure 3 - Coupe frontale de la vessie chez l'homme (9).....	23
Figure 4 - Anastomose uréthro-iléale et suture antérieure de la plastie détubuluisée (15).....	27
Figure 5 - Détubuluisation partielle de l'anse puis suture pour confection du réservoir sphérique (16).....	28
Figure 6 - Schéma d'une urétérostomie cutanée transiléale de type Bricker (18).....	28
Figure 7 - Coupe sagittale de la loge rénale droite (21).....	29
Figure 8 - Extraction de la tumeur et suture du parenchyme rénal sain (27).....	31
Figure 9 - Schéma du principe d'un robot (33).....	34
Figure 10 - Photographie d'un robot industriel Unimate® (43).....	36
Figure 11 - Robot Puma 500 de la société Unimate (39).....	37
Figure 12 - Robot Aesop 3000® de la société Computer Motion (40).....	38
Figure 13 - Robot Zeus® de la société Computer Motion (39).....	38
Figure 14 - L'évolution des robots Da Vinci® de la première à la quatrième génération.....	39
Figure 15 - La carte des établissements français dotés d'un robot Da Vinci®.....	40
Figure 16 - L'activité robotique annuelle au CHU de Nantes depuis 2008.....	41
Figure 17 - L'activité robotique annuelle au CHU de Nantes par spécialité chirurgicale depuis 2015.....	42
Figure 18- La répartition de l'activité robotique au CHU de Nantes par spécialité en 2019 ...	42
Figure 19 - L'activité robotique urologique annuelle au CHU de Nantes depuis 2008.....	43
Figure 20 - Le volume opératoire des cinq principales indications de chirurgie urologique robot-assistée en 2019.....	43
Figure 21 - Le chariot patient du robot Da Vinci® Xi (43).....	44
Figure 22 - Trocart standard de 8mm, instrument Da Vinci Xi® (43).....	44
Figure 23 - Poignet Endowrist® de la pince bipolaire fenêtrée 8 mm (43).....	45
Figure 24 - Spatule de cautérisation monopolaire et ciseaux courbes bipolaires (43).....	45
Figure 25 - Endoscopes binoculaires de 12 et 8 mm (42).....	46
Figure 26 - Console du robot Da Vinci Xi® et manipulateurs du robot Da Vinci Xi® (42).....	47
Figure 27- La colonne vidéo du robot Da Vinci® Xi (42).....	47
Figure 28 - Installation du chirurgien à la console (47).....	48
Figure 29- Les angles articulaires opératoires en LRA (54).....	49
Figure 30- Posture de l'assistant durant une chirurgie robot-assistée (60).....	50
Figure 31 - Simulateur DVSS® et simulateur dV-Trainer® (84).....	60
Figure 32 - Vue latérale d'une position de Trendelenburg.....	63
Figure 33 - Vues frontale haute et latérale de la mise en place des trocars dans le cadre d'une prostatectomie totale robot-assistée au CHU de Reims.....	65
Figure 34 – Conditions d'installation de l'assistant lors d'un By-pass robot assisté au CHU de Poitiers.....	66
Figure 35 - Représentation schématique de l'organisation d'une salle d'intervention robotique (42).....	68
Figure 36 - L'évolution des principaux postes de dépenses des cystectomies robot-assistées oncologiques par groupe homogène de malades.....	85

Figure 37 - L'évolution des principaux postes de dépenses dans les cystectomies robot assistées fonctionnelles par groupe homogène de malades.....	85
Figure 38 – La représentation Tornado des variations des postes de dépenses des cystectomies robot-assistées.....	90
Figure 39 - L'évolution des cinq principaux postes de dépenses par groupe homogène de malades dans les prostatectomies robot-assistées	93
Figure 40 - La représentation Tornado des variations des coûts des principaux postes de dépense des prostatectomies robot-assistées.....	96
Figure 41 - L'évolution des cinq principaux postes de dépenses par groupe homogène de malades pour l'ensemble des néphrectomies partielles robot-assistées.....	99
Figure 42- La représentation Tornado des variations des coûts des principaux postes de dépenses des néphrectomies partielles robot-assistées.....	103

Liste des abréviations

ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

ASH : Agents des services hospitaliers

AUV : Anastomose urétero-vésicale

BCG : Bacille de Calmette et Guérin

BNV : Bandelettes neuro-vasculaires

CAO : Chirurgie assistée par ordinateur

CCA : Chef de clinique assistant

CCC : Carcinomes à cellules claires

CIS : Carcinome in situ

CLC : Cystectomie laparoscopie conventionnelle

CNA : Chimiothérapie néo-adjuvante

CP : Cancers de la prostate

CR : Cancer du rein

CRA : Cystectomie robot-assistée

CT : Cystectomie totale

CTO : Cystectomie totale ouverte

CU : Carcinomes urothéliaux

DIC : Durée d'ischémie chaude

DMS : Durée moyenne de séjour

DOM : Durée opératoire moyenne

EMG : Electromyographie

FCR : Fondamentaux de chirurgie robotique

FDA : Food and drug administration

FM : Fibres musculaires

GHM : Groupe homogène de malades

GHS : Groupes homogènes de séjours

HAS : Haute autorité de santé

IADE : Infirmier anesthésiste diplômé d'état

IBODE : Infirmier de bloc opératoire diplômé d'état

IPOP : Instillation post-opératoire précoce

ISUP: International Society of Urological Pathology

LC : Laparoscopie conventionnelle

LRA : Laparoscopie robot-assistée

MCO : Médecine, chirurgie, obstétrique

MCP : Marges chirurgicales positives

NA : Non applicable

NPL : Néphrectomie partielle laparoscopique

NPO : Néphrectomie partielle ouverte

NPRA : Néphrectomie partielle robot-assistée

ORL : Oto-rhino-laryngologie

PH : Praticien hospitalier

PRR : Prostatectomie rétrograde rétropubienne

PSA : Prostatic Specific Antigen

PT : Prostatectomie totale

PTL : Prostatectomie totale laparoscopique

PTP : Prostatectomie totale périnéale

PTRA : Prostatectomie totale robot-assistée

PU-PH : Professeur des universités-praticien hospitalier

RSS : Résumé de sortie standardisé

RTUV : Résection trans-urétrale de vessie

RUM : Résumé d'unité médicale

TIC : Temps d'ischémie chaude

TNM : Tumor Nodes Metastasis

TTC : Toutes charges comprises

TV : Tumeurs vésicales

TVIM : Tumeur vésicale infiltrant le muscle

TVNIM : Tumeur vésicale n'infiltrant pas le muscle

Introduction

Le développement de la chirurgie mini-invasive durant la deuxième moitié du vingtième siècle a bouleversé la culture chirurgicale moderne. D'abord incarnée par la coelioscopie standard, consistant en l'introduction d'instruments miniaturisés et d'un endoscope au travers d'incisions cutanées minimales, la chirurgie mini-invasive ambitionne notamment d'améliorer la récupération fonctionnelle post-opératoire des patients. Toutefois, les limites ergonomiques de la coelioscopie standard (position du chirurgien, restriction de la liberté de mouvement des instruments, perception bidimensionnelle du champ opératoire...), ainsi que sa courbe d'apprentissage conséquente ont limité sa diffusion.

La chirurgie robot-assistée a connu un essor important durant les années 1980 avec l'apparition de systèmes robotiques neurochirurgicaux et d'assistants arthroscopiques. Les premières applications urologiques, à la fin des années 1990, assurent des prostatectomies par voie transurétrale. Les systèmes chirurgicaux de télémanipulation se sont inscrits dans la continuité de la coelioscopie standard avec l'ambition de remédier à ses lacunes ergonomiques. Leur système effecteur, répondant passivement à l'opérateur, comporte de multiples bras portant à leur extrémité des instruments miniaturisés à multiples degrés de liberté ainsi qu'un système de visualisation endoscopique. Le robot Zeus®, commercialisé en 1998, puis le robot Da Vinci dont le modèle standard a été approuvé en 2000, se sont positionnés dans des indications urologiques, gynécologiques, thoraciques, oto-rhino-laryngologiques et de chirurgie infantile. Depuis 2003, la société californienne Intuitive Surgical, titulaire du robot Da Vinci®, jouit d'un monopole total sur le marché mondial de la chirurgie robotique suite au rachat de la société concurrente Computer Motion, titulaire du robot Zeus®.

Le robot Da Vinci® est ancré dans la culture chirurgicale américaine avec près d'un quart des établissements de santé qui se sont dotés d'un système robotique, depuis la commercialisation du modèle Da Vinci® Standard, au crépuscule du vingtième siècle. En Europe, la chirurgie robot-assistée a été accueillie avec d'avantage de réticence. Le rapport de la Haute Autorité de Santé (HAS) intitulé « Évaluation des dimensions cliniques et organisationnelles de la chirurgie robot-assistée dans le cadre d'une prostatectomie totale » paru en décembre 2016 cristallisait récemment ces réticences. Il évoquait récemment le coût de financement important de cette technologie chirurgicale, l'absence de documentation des bénéfices cliniques et de la sécurité d'utilisation de cette technologie chirurgicale, ainsi que l'absence de cadre organisationnel réglementaire. La diffusion européenne s'est toutefois intensifiée à l'issue de la première décennie du vingt-et-unième siècle, faisant de l'Europe le deuxième marché mondial, la France étant le troisième pays derrière les Etats-Unis et le

Japon. Si les applications chirurgicales de cette technologie concernent désormais différentes spécialités chirurgicales (chirurgies urologique, viscérale, gynécologique, ORL, pédiatrique) l'urologie constitue le principal moteur de l'implantation européenne du robot Da Vinci®. En dépit des cent-soixante-quatorze robots Da Vinci® installés en France début 2020, l'efficacité et la rentabilité de cette technologie interrogent toujours la communauté scientifique, et notamment la HAS dans son rapport sur les prostatectomies totales robot-assistées.

Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés aux trois indications urologiques assurant la plus grande partie des vacations robotiques du CHU de Nantes : les prostatectomies totales robot-assistées, les néphrectomies partielles robot-assistées, ainsi que les cystectomies totales robot-assistées. La première partie décrit les aspects physio-pathologiques et les techniques de ces trois indications chirurgicales, les principes de base de la tarification à l'activité, puis dresse un état des lieux de la chirurgie robotique, notamment son Histoire, ainsi que les aspects techniques et organisationnels de la chirurgie assistée par le robot Da Vinci®. La deuxième partie est une étude médico-économique s'intéressant à l'efficacité et à la rentabilité de la chirurgie urologique robot-assistée au CHU de Nantes dans les trois indications considérées.

I. La chirurgie oncologique en urologie

I.1. La prostatectomie totale

I.1.1. L'anatomie de la prostate

La prostate est contenue dans une capsule fibro-élastique incomplète médiane située sous la vessie en arrière du pubis. Elle repose sur l'aponévrose périnéale moyenne devant le rectum. Elle est bordée par les bandelettes neuro-vasculaires (BNV), contenant les nerfs caverneux érectiles. Il s'agit du carrefour uro-génital, entre l'urètre et les canaux éjaculateurs. A l'âge adulte, elle forme une châtaigne de 15 à 20 g, de 3 cm de haut pour 4 cm de long et 3 cm de large (1). La musculature lisse urétrale se compose d'une couche interne longitudinale et d'une couche externe circulaire, particulièrement dense autour du col vésical et sous l'apex prostatique, au niveau du sphincter urétral. Ce dernier, assurant la continence urinaire, est constitué par le renforcement des fibres musculaires (FM) lisses circulaires externes autour de l'urètre, et par les FM striées les entourant (2).

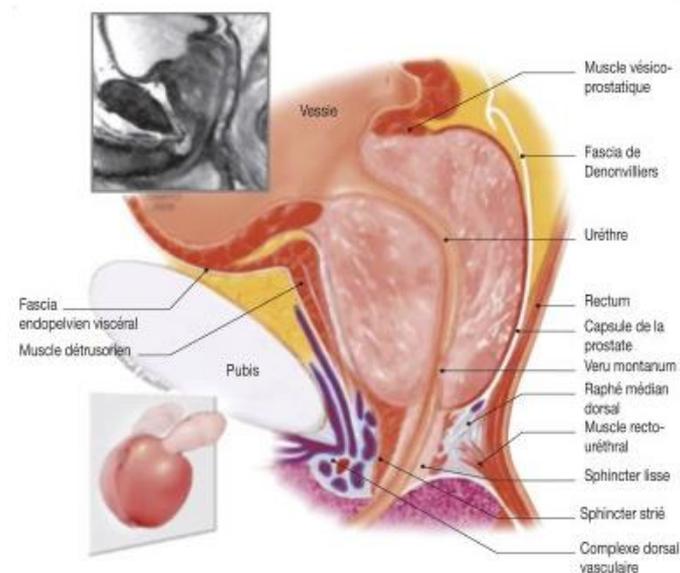


Figure 1 - Coupe sagittale de prostate (3)

I.1.2. Les cancers de la prostate

I.1.2.1. L'épidémiologie des cancers de la prostate

Premiers cancers masculins avec 125,7 cas annuels pour 100 000 hommes en 2011, les cancers de la prostate (CP) sont le plus souvent des adénocarcinomes. Leur incidence est croissante après 55 ans, 36% des cas diagnostiqués ayant plus 75 ans (1).

I.1.2.2. Les traitements des cancers de la prostate

Le traitement dépend de l'évolutivité du CP suivant la classification pronostique d'AMICO détermine trois classes de malignité croissante selon des critères cliniques (stade Tumor

Nodes Metastasis (TNM) 2018), biologiques (taux de Prostatic Specific Antigen (PSA)) et histologiques (score de Gleason) (3). La classification d'AMICO est décrite dans le tableau 1. Le tableau 2 décrit le traitement des cancers de la prostate suivant l'évolutivité et le profil clinique du patient. Si certaines publications se sont intéressées à la possibilité de réaliser des prostatectomies partielles dans certaines formes antérieures localisées de CP (4), les recommandations de l'association française d'urologie ne mentionnent que la prostatectomie totale comme traitement chirurgical dans le cadre des CP.

Tableau 1- La classification pronostique d'AMICO

Risque évolutif	TNM 2018	PSA	Score de Gleason
Faible (toutes les conditions)	T1c ou T2a	< 10 ng/mL	≤ 6
Intermédiaire (une condition)	T2b	10-20 ng/mL	7
Élevé (une condition)	T2c	> 20 ng/mL	> 7

Tableau 2 - Traitement du cancer de la prostate selon l'évolutivité et le profil clinique du patient

Cancer	Evolutivité	Profil patient	Traitement
Localisé	Faible	Tous	Surveillance active
Localisé à localement avancé	Intermédiaire à Forte	Sujet jeune (EDV > 10ans)	Chirurgie +/- Radiothérapie
	Intermédiaire à Forte	Sujet âgé	Blocage androgénique complet (BAC) + Radiothérapie
Récidive locale après chirurgie	Faible	Tous	Surveillance
	Intermédiaire à Forte		BAC + Radiothérapie
Métastatique Hormono-naïf	/	Tous	BAC + Docétaxel ou BAC + ZYTIGA® + Prednisone (CTC)
Résistant à la castration	/	Tous	ZYTIGA® + CTC ou Chimiothérapie Docétaxel + CTC

1.1.2.3. La prostatectomie totale

La prostatectomie totale (PT) est l'ablation chirurgicale de la prostate et des vésicules séminales. Elle est indiquée en cas de CP localisé à localement avancé, d'évolutivité intermédiaire. Elle peut être proposée pour des tumeurs à risque élevé dans le cadre d'un traitement multimodal, sans préservation des BNV (5).

1.1.2.3.1 Les objectifs de la prostatectomie totale

L'objectif primaire est la résection du CP en marge saine. Les objectifs secondaires, en l'absence de contre-indication oncologique, sont de préserver la fonction érectile et la continence urinaire.

I.1.2.3.2 Les techniques chirurgicales de la prostatectomie totale

La PT est réalisée par laparotomie, par prostatectomie rétrograde rétopubienne (PRR) ou plus rarement par prostatectomie totale périnéale (PTP), ou par laparoscopie, pouvant être une prostatectomie totale laparoscopique (PTL) ou une prostatectomie totale robot-assistée (PTRA). La laparoscopie est réalisée selon un abord antérograde ou plus rarement rétrograde, traversant ou non la cavité péritonéale (5).

I.1.2.3.3. La séquence chirurgicale de la prostatectomie totale

Après curage ganglionnaire, la séquence chirurgicale comprend les étapes suivantes (6):

- La dissection de l'apex prostatique : ouverture de l'aponévrose pelvienne, dissection du complexe uréthro-sphinctérien ;
- La dissection du col vésical et du plan des vésicules séminales ;
- La dissection postérieure, le contrôle des pédicules et la dissection des BNV ;
- La dissection et section de l'urètre ;
- La réalisation de l'anastomose uréthro-vésicale ;

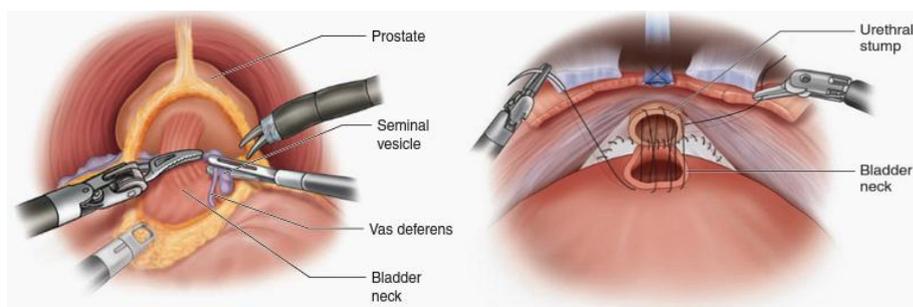


Figure 2 - Dissection du col vésical et anastomose uréthro-vésicale (7)

I.1.2.3.4. Le financement de la prostatectomie totale

Le séjour est financé par les groupes homogènes de séjours (GHS) de niveau de gravité croissant (8) décrits dans le tableau 3.

Tableau 3 - GHS associés à la prostatectomie radicale pour affection maligne au 1er Mars 2020

GHM	GHS	Libellé	Tarif (euros TTC)
12C11 1	454 9	Interventions pelviennes majeures chez l'homme pour tumeur malignes, niveau 1	5844.15
12C11 2	455 0	Interventions pelviennes majeures chez l'homme pour tumeur malignes, niveau 2	7132.09
12C11 3	455 1	Interventions pelviennes majeures chez l'homme pour tumeur malignes, niveau 3	9208.03

12C11 4	455 2	Interventions pelviennes majeures chez l'homme pour tumeur malignes, niveau 4	15633.15
------------	----------	---	----------

I.2. La cystectomie totale

I.2.1. L'anatomie de la vessie

La vessie est une pyramide creuse à base postérieure, de 6 cm de long pour 7 cm de large. La face supérieure concave se prolonge de l'ouraque fixant l'ombilic. Les faces latérales forment le col vésical en base inférieure comprenant l'ostium urétral. Le trigone vésical, postérieur, est délimité par les ostiums urétéraux dont émerge l'urètre. La vessie est pelvienne. Toutefois, sa paroi est très souple de façon qu'en se remplissant elle forme un globe de 10 cm de diamètre faisant saillie dans l'abdomen, le trigone s'appuyant sur les muscles périnéaux pour renforcer le tonus du sphincter urétral. La vessie est contenue dans sa loge rétropubienne, délimitée en haut par le péritoine pariétal, en avant par le fascia ombilico-pariétal, et derrière par le fascia et le septum vésico-génitaux. Elle repose sur le périnée, et le bloc urètre-prostate chez l'homme. Elle est fixée devant par le ligament pubo-vésical et l'ouraque. Chez la femme, elle est aussi fixée derrière par le ligament vésico-utérin (9).

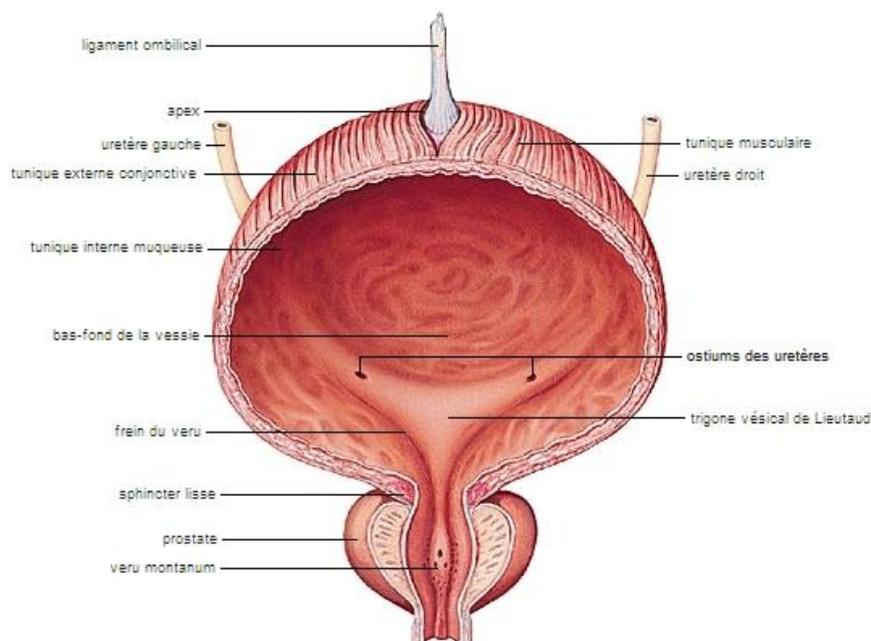


Figure 3 - Coupe frontale de la vessie chez l'homme (9)

I.2.2. Les vessies neurogènes

I.2.2.1. La physiopathologie des vessies neurogènes

Les vessies neurogènes désignent l'ensemble des troubles vésico-sphinctériens résultant de lésions neurologiques acquises ou traumatiques. Ces troubles neurologiques peuvent se traduire par une atonicité vésicale, une spasticité vésicale ou par des troubles mixtes(10).

1.2.2.1.1. L'atonie vésicale

L'atonie vésicale, ou flaccidité vésicale, se caractérise par un défaut de contractilité du muscle détrusor ne permettant pas la vidange vésicale lors de la miction. La rétention urinaire résultante entraîne une incontinence par regorgement occasionnant des pertes urinaires goutte à goutte.

1.2.2.1.2. La spasticité vésicale

La spasticité vésicale, ou hyperactivité vésicale, est caractérisée par un défaut d'inhibition du détrusor entraînant des contractions involontaires de ce dernier. L'incontinence est alors dite impérieuse, et se traduit par une pollakiurie, une nycturie. Une dyssynergie vésico-sphinctérienne est parfois associée, se traduisant par des spasmes sphinctériens mictionnels compromettant la vidange complète de la vessie.

1.2.2.2. Les étiologies des vessies neurogènes

Scwhartz et al en ont proposé une classification des étiologies des vessies neurogènes qui est décrite dans le tableau 4. Les pathologies neurologiques, les formes consécutives à une intervention chirurgicale ou celles secondaires à une irradiation pelvienne sont distinguées (11).

Tableau 4 – Les étiologies des vessies neurogènes(11)

Pathologies neurologiques	Traumatisme médullaire Spina-bifida ou myéломéningocèle Sclérose en plaques Hernie discale Diabète Neuropathie périphérique Syndrome parkinsonien Accident vasculaire cérébral central et/ou périphérique
Post-chirurgicale	Chirurgie gynécologique Chirurgie colorectale Chirurgie de l'incontinence
Post-radiothérapie	Radiothérapie pelvienne

1.2.2.3. Le traitement des vessies neurologiques

Les modalités thérapeutiques dépendent de la nature du trouble vésico-sphinctérien.

1.2.2.3.1. La vessie atonique

Dans le cas d'une vessie flasque, le traitement implique un apport hydrique accru et la mise en œuvre de sondages intermittents ou à demeure en complément ou en remplacement des mictions. L'auto-sondage intermittent doit d'ailleurs être préféré au sondage à demeure lorsque la condition du patient le permet.

1.2.2.3.2. La vessie spastique

Dans le cas d'une vessie spastique, des mesures visant à soulager l'impériosité et des mesures déclenchant la miction sont alors associées. La kinésithérapie tient un rôle important à travers la rééducation mictionnelle et des exercices de relaxation lors d'une envie d'uriner. Les mesures pharmacologiques comprennent en premier lieu les antispasmodiques urinaires anticholinergiques. En cas de résistance à ces derniers, définie par l'absence d'efficacité d'au moins deux molécules à posologie efficace pendant au moins trois mois, des injections intradétrusoriennes de toxines botuliques, renouvelables une à deux fois par an, sont éventuellement proposées. La neurostimulation du nerf sacré constitue aussi une option thérapeutique en cas de vessie hyperactive résistant aux traitements pharmacologiques.

1.2.2.3.3. L'indication chirurgicale

En dernier recours, en cas de risque de complications graves, ou lorsque la condition sociale ou médicale du patient contre-indique la réalisation d'un sondage urinaire intermittent, un traitement chirurgical peut être proposé. Une dérivation urinaire non continente de type Bricker ou une dérivation urinaire continente par cystectomie sus-trigonale complétée d'une entérocystoplastie d'agrandissement peut alors être proposée.

1.2.3. Les tumeurs vésicales

1.2.3.1. L'épidémiologie des tumeurs vésicales

Les tumeurs vésicales (TV) sont au quatrième rang des cancers Français. Leur incidence est d'environ 10000 cas par an et près de 4000 décès annuels leurs sont imputables. L'âge moyen au diagnostic est de 70 ans avec une prédominance masculine (sex-ratio de 4). Le tabagisme est en cause dans 40% des TV (12).

1.2.3.2. L'anatomo-pathologie des tumeurs vésicales

Les TV sont des carcinomes urothéliaux (CU) dans 90% des cas. Les TV sont infiltrantes (TVIM) ou non infiltrantes (TVNIM). Les TVNIM, environ 80% des cas, se limitent à l'urothélium, mais peuvent s'étendre aux couches profondes de la muqueuse (chorion, musculuse). Le stade TNM et l'histologie déterminent le niveau de risque. Les dysplasies, marqueurs d'instabilité génétique, révèlent les CU de haut grade et les carcinomes in situ (CIS) à haut risque. Les TVIM, environ 20% des cas, infiltrent le muscle et résultent souvent d'un CIS ou d'un CU de haut grade et sont de moins bon pronostic (13).

1.2.3.3. La classification pronostique des tumeurs vésicales

Pour les TVNIM, le stade TNM et le grade cellulaire OMS 2016, reflet du degré de dysplasie, déterminent le niveau de risque. Pour les TVNIM, le pronostic reposant sur le stade TNM (14) est décrit en annexe 1.

I.2.3.4. Le traitement des TVNIM

Le traitement des TVNIM dépend du niveau de risque défini. Les TVNIM à très haut risque ou à haut risque non réséquées ou BCG-résistantes et les CIS isolés BCG-résistants nécessitent une cystectomie totale (CT) (14). Les traitements suivant le niveau de risque sont détaillés en annexe 2.

I.2.3.5. Le traitement des TVIM

Les TVIM sont traitées selon le stade TNM. Les patients « fit », dont la clairance rénale est de plus de 60 mL/min et dont le Performance Status est inférieur à 2, et les patients « unfit », ne répondant pas à au moins une de ces conditions, sont distingués. Pour les « fit », les TVIM localisées sont éligibles à la CT après chimiothérapie néo-adjuvante (CNA). Certaines TVIM localement avancées ou avec atteinte ganglionnaire sont éligibles à une CT adjuvante ou en deuxième ligne (14). La prise en charge des TVIM suivant la classification TNM est décrite en annexe 3.

I.2.4. La cystectomie totale

I.2.4.1. Les objectifs de la cystectomie totale

L'objectif de la CT est oncologique par la résection de la totalité de la vessie cancéreuse et fonctionnel par la dérivation de l'urine depuis les uretères vers l'extérieur du corps.

I.2.4.2. Les techniques chirurgicales de la cystectomie totale

La CT se fait en ouvert (CTO), en laparoscopie conventionnelle (CTL) ou en laparoscopie robot-assistée (CRA). Chez la femme jeune, une CT seule est réalisée en l'absence de contre-indication oncologique ; alors qu'après la ménopause, une pelvectomie antérieure est réalisée emportant vessie, utérus et ovaires. Chez l'homme, la cystoprostatectomie totale emporte vessie, prostate et vésicules séminales, préservant les BNV en l'absence de contre-indication. La CRA se fait par voie transpéritonéale. En l'absence d'envahissement urétral, la dérivation urinaire se fait par entérocystoplastie confectionnant une néovessie à partir d'un segment iléal détubululisé. Sinon, une dérivation externe continente ou une dérivation urinaire non continente (urétérostomie cutanée transiléale de type Bricker) est réalisée (14).

I.2.4.3. La séquence chirurgicale de la cystectomie totale

Lenfant et al. proposent une cysto-prostatectomie totale robot-assistée avec différentes techniques de dérivation urinaire (15) :

- Curage ganglionnaire s'étendant au moins jusqu'à la bifurcation aorto-iliaque ;
- Cystoprostatectomie totale suivant la séquence suivante :
 - Dissection des artères ombilicales, puis dissection basse des uretères ;

- Libération de la vessie postérieure : incision du péritoine pariétal au niveau du cul-de-sac de Douglas, puis incision de la face postérieure ;
- Dissection latérale de la vessie, puis de la prostate ;
- Dissection de l'ouraque, puis de la face antérieure de la vessie ;
- Dissection de la face antérieure prostatique et section du plexus de Santorini ;
- Dissection de l'urètre en préservant un manchon en cas d'entérocystoplastie ;
- Extraction de la pièce opératoire.
- Dérivation urinaire par entérocystoplastie en U :
 - Prélèvement d'une anse iléale de 50 cm, à 25 cm de la valvule iléo-caecale ;
 - Anastomose uréthro-iléale sur la face postérieure de l'anse ;
 - Rétablissement de la continuité digestive par anastomose iléo-iléale ;
 - Détubululisation par ouverture sur la longueur de la face antérieure ;
 - Fermeture partielle de la plastie par suture postérieure puis antérieure ;

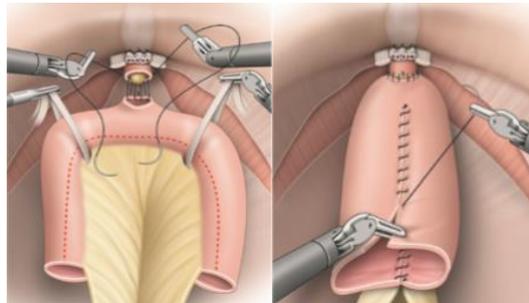


Figure 4 - Anastomose uréthro-iléale et suture antérieure de la plastie détubululisée (15)

- Anastomoses uréthro-iléales distinctes en haut et introduction des sondes ;
- Fermeture de la néovessie entre les deux anastomoses uréthro-iléales.
- Dérivation urinaire par entérocystoplastie selon la technique de Studer
 - Prélèvement d'une anse iléale de 50 cm, à 25 cm de la valvule iléo-caecale, puis rétablissement de la continuité digestive par anastomose iléo-iléale ;
 - Anastomose uréthro-iléale sur la face postérieure de l'anse ;
 - Détubululisation partielle de l'anse, laissant une cheminée proximale de 10 cm ;
 - Suture des bords postérieurs de l'anse, puis plicature du bord antérieur distal vers le bord antérieur médian avant suture pour obtenir un réservoir sphérique ;

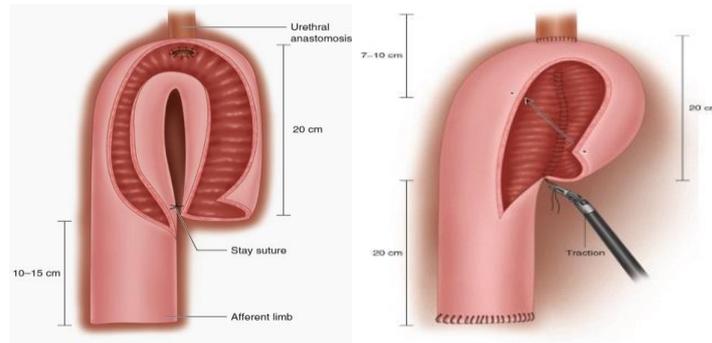


Figure 5 - Détubulisation partielle de l'anse puis suture pour confection du réservoir sphérique (16)

- Anastomoses urétéro-iliales dans la cheminée et fermeture de la néovessie.
- Dérivation urinaire par urétérostomie cutanée transiléale de type Bricker :
 - L'anse intestinale est extériorisée et amarrée à la peau.

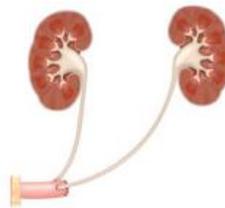


Figure 6 - Schéma d'une urétérostomie cutanée transiléale de type Bricker (17)

1.1.2.4.4. Le financement de la cystectomie totale

1.1.2.4.4.1. La cystectomie totale pour une affection maligne

Dans le cadre d'une cystectomie totale pour une affection tumorale vésicale, le séjour de la CT est financé par les GHS de niveau de gravité croissant (8) décrits dans le tableau 7.

Tableau 5 - Les groupes homogènes de séjours associés à la cystectomie totale pour affection maligne au 1er Mars 2020

GHM	GHS	Libellé	Tarif (euros TTC)
11C02 1	4112	Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection tumorale, niveau 1	6929.90
11C02 2	4113	Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection tumorale, niveau 2	9228.93
11C02 3	4114	Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection tumorale, niveau 3	12258.83
11C02 4	4115	Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection tumorale, niveau 4	16694.28

I.1.2.4.4.2. La cystectomie totale pour une affection non maligne

Dans le cadre d'une cystectomie totale pour une affection non tumorale, le séjour de la CT est financé par les GHS de niveau de gravité croissant (8) décrits en annexe 4.

I.1.3. Néphrectomie Partielle

I.1.3.1. L'anatomie rénale

Les reins, organes pairs, sont chacun dans une loge en fosse lombaire rétro péritonéale, fixée au péritoine pariétal postérieur par le fascia péri-rénal. La capsule rénale inextensible enveloppe le parenchyme. Entre les deux, le tissu adipeux isole mécaniquement le rein. Ils sont de part et d'autre du rachis, sous les deux dernières côtes, s'étendant de la douzième vertèbre thoracique jusqu'à la deuxième vertèbre lombaire. Ils ont l'aspect d'un haricot de 160 g, de 12 cm de long pour 6 cm de large et 4 cm d'épaisseur. Leur face dorsale est convexe. La face interne, en avant du rachis, présente une concavité centrale, siège du hile dont émergent les voies excrétrices urinaires et où pénètrent les vaisseaux (18). Les calices mineurs, recueillant les urines papillaires, forment deux à trois calices majeurs joignant le pelvis rénal et se déversant dans l'uretère par la jonction pyélo-urétérale (19).

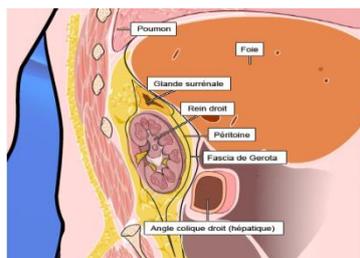


Figure 7 - Coupe sagittale de la loge rénale droite (20)

I.1.3.2. Le cancer du rein

I.1.3.2.1. L'épidémiologie du cancer du rein

S'il ne s'agit que du troisième en termes d'incidence avec 11000 cas par an, le cancer du rein (CR) est le plus meurtrier des cancers urologiques en France. L'âge moyen au diagnostic est de 60 à 70 ans avec une prédominance masculine (sex-ratio de 1.5). Les facteurs de risque sont l'âge, le tabac, l'obésité et à moindre degré l'hypertension artérielle. Les insuffisants rénaux sévères chroniques ont dix fois plus de chances de développer un CR. Des formes génétiques familiales existent aussi (21).

I.1.3.2.2. L'anatomopathologie du cancer du rein

Si les tumeurs bénignes représentent 20 à 30% des lésions de moins de 4 cm, les carcinomes rénaux sont majoritaires. L'histologie détermine notamment les carcinomes à cellules claires (CCC) (70%), les carcinomes papillaires (CP) (15%) ou les carcinomes chromophobes (5%). Les CR se présentent dans 5 à 7 % des cas sous forme de kystes d'agressivité hétérogène

(22). Le scanner détermine cinq classes de malignité croissante selon Bosniak (23). Un kyste classé III ou IV, à haut risque de malignité, nécessite l'exérèse chirurgicale. Les CR sont multifocaux dans 5% des cas, voire bilatéraux dans 2 à 3% cas (22).

1.1.3.2.3. La classification pronostique du cancer du rein

Pour les CR non métastatiques, la classification TNM 2017 détermine le pronostic, selon leur morphologie, l'extension ou non aux tissus et vaisseaux adjacents et la dissémination ganglionnaire et/ou métastatique. Histologiquement, le grade nucléolaire de l'International Society of Urological Pathology détermine quatre classes de malignité croissante de CCC et de CP, selon la différenciation et la taille nucléolaires. Les modèles du Memorial Sloan Kettering Cancer Center et de l'International Metastatic Renal Cell Carcinoma Database Consortium sont utilisés pour les CR métastatiques (24).

1.1.3.2.4. La prise en charge thérapeutique du cancer du rein

La classification TNM conditionne le traitement des formes non métastatiques. La chirurgie constitue le traitement de première intention du cancer du rein non métastatique. La survie globale post-interventionnelle est meilleure au décours de la néphrectomie partielle (NP), que de la néphrectomie totale (NT) en lien avec la préservation des néphrons sains. La NP doit donc être privilégiée en cas de tumeur localisée (24). Le traitement des CR est décrit en annexe 5 selon le stade TNM.

1.1.3.3. La néphrectomie partielle

La NP est une chirurgie conservatrice assurant la résection sélective du parenchyme rénal tumoral avec préservation des néphrons sains. La probabilité d'avoir une fonction rénale supérieure à 60 mL/min à trois ans après NP est de 80% contre 35% après NT (25).

1.1.3.3.1. Les objectifs de la néphrectomie partielle

L'objectif de la NP est l'obtention du TRIFECTA regroupant trois objectifs (26) :

- La résection de la tumeur rénale en marge saine (objectif carcinologique) ;
- Une durée d'ischémie chaude (DIC) de moins de vingt-cinq pour préserver les néphrons sains et améliorer la récupération fonctionnelle post-opératoire ;
- L'absence de complication peropératoire et/ou post-opératoire majeure.

1.1.3.3.2. Les techniques chirurgicales de la néphrectomie partielle

La NP se fait en ouvert (NPO), en laparoscopie standard (NPL) ou robot-assistée (NPRA). La NPO est d'avantage rétro-péritonéale, la NPL et la NPRA étant plutôt trans-péritonéales (24).

1.1.3.3.3. La séquence chirurgicale de la néphrectomie partielle

La séquence opératoire d'une NPRA par voie trans-péritonéale est décrite ci-dessous (27) :

- Libération postérieure par dissection du péritoine et exposition de la loge rénale ;

- Contrôle du pédicule rénal, individualisation de la veine et de l'artère rénales ;
- Libération du siège tumoral : incision du fascia de Gérota et de la graisse ;
- Clampage de l'artère rénale marquant le début de l'ischémie chaude ;
- Section parenchymateuse avec contrôle des limites tumorales ;
- Suture en surjet du parenchyme rénal sain assurant l'urostase et l'hémostase ;

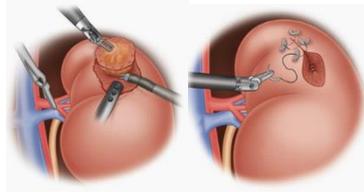


Figure 8 - Extraction de la tumeur et suture du parenchyme rénal sain (27)

- Déclampage, puis fermeture de la loge rénale par une suture en surjet ;
- Extraction de la pièce tumorale, puis fermeture pariétale plan par plan.

1.1.3.3.4. Le financement de la néphrectomie partielle

Le séjour de la NP est financé par les GHS de niveau de gravité croissant décrits dans le tableau 8 (8):

Tableau 6 - Les groupes homogènes de séjours associés à la néphrectomie partielle pour affection maligne au 1er mars 2020 (8)

GHM	GH S	Libellé	Tarif (euros TTC)
11C02 1	4112	Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection tumorale, niveau 1	6929.90
11C02 2	4113	Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection tumorale, niveau 2	9228.93
11C02 3	4114	Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection tumorale, niveau 3	12258.83
11C02 4	4115	Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection tumorale, niveau 4	16694.28

II. La chirurgie robotique

La chirurgie robotique, ou chirurgie assistée par ordinateur (CAO) désigne l'ensemble des outils informatiques aidant la préparation et/ou la réalisation d'une opération. Elle comprend de nombreux systèmes robotiques utilisés dans de nombreuses spécialités chirurgicales (28).

II.1. Les techniques chirurgicales

L'approche chirurgicale ouverte et l'approche mini-invasive endoscopique se distinguent.

II.1.1. La chirurgie ouverte

La chirurgie ouverte, ou invasive, se fait au travers d'incisions pariétales plus ou moins larges en regard de la zone à opérer. Les barrières anatomiques étant ôtées, la liberté de mouvement est quasi illimitée. Toutefois, ce type de chirurgie comporte un risque accru de complications (infections, hémorragies ...) prolongeant la durée d'hospitalisation et différant la reprise de l'activité normale. Différents termes existent selon la partie du corps intéressée :

- L'arthrotomie pour une intervention intéressant une cavité articulaire,
- La laparotomie pour les interventions intéressant la cavité abdominale,
- La thoracotomie pour les interventions intéressant la cavité thoracique.

II.1.2. L'approche mini-invasive

La chirurgie mini-invasive ne nécessite qu'une ouverture pariétale très réduite pour accéder à la zone d'intérêt. Les instruments et le système d'imagerie endoscopique sont introduits au travers d'incisions centimétriques. Différents termes existent suivant la région intéressée :

- L'arthroscopie pour les interventions intéressant une cavité articulaire,
- La coelioscopie ou laparoscopie pour les interventions intéressant l'abdomen,
- La thoracoscopie pour les interventions intéressant la cavité thoracique.

II.1.2.1. La laparoscopie

La laparoscopie conventionnelle (LC) et la laparoscopie robot-assistée (LRA) se distinguent.

II.1.2.1.1. La laparoscopie conventionnelle

La LC implique deux opérateurs humains coordonnés, le chirurgien manipulant les instruments et l'aide-chirurgien déplaçant l'endoscope selon ses directives orales.

II.1.2.1.2. La laparoscopie robotique

Le robot peut être manipulé directement par le chirurgien ou son aide-opérateur, ou indirectement depuis une console distincte par le chirurgien, c'est le concept de télémanipulation.

II.2. La classification des robots chirurgicaux

L'Agence Nationale d'accréditation et d'Evaluation en Santé a proposé une classification technique des robots chirurgicaux : les systèmes de repérage, les systèmes de visualisation et les systèmes d'instrumentation (29). La classification de Lavallée et Al. distingue quant à elle trois catégories de robots suivant leur degré d'autonomie : les systèmes passifs, les systèmes semi-actifs et les systèmes actifs (28).

II.2.1. Les systèmes robotiques passifs

Les systèmes passifs sont esclaves de l'opérateur. Ce sont des systèmes de visualisation, les robots porte-endoscope, et des systèmes d'instrumentation, les robots télémanipulateurs. Les premiers se substituent à l'aide-opérateur en LC, maintenant la position de l'endoscope sous contrôle direct (manettes, pédales) ou indirect (vocal) du chirurgien. Le bras à commande vocale AESOP 3000®, commercialisé en 1998 par Computer Motion, s'oriente selon six degrés de liberté (axes longitudinal, transversal, sagittal) selon les ordres vocaux du chirurgien. Les robots télémanipulateurs reproduisent la gestuelle exécutée par le chirurgien sur une console de contrôle distincte. Il s'agit du robot Da Vinci®, commercialisé par Intuitive Surgical, ou anciennement du robot Zeus® de la société Computer Motion (29).

II.2.2. Les systèmes robotiques semi-actifs

Les systèmes semi-actifs sont des systèmes de repérage guidant les instruments selon une stratégie planifiée après intégration des données d'imagerie. Ils pré-contraignent l'acte chirurgical, le chirurgien réalisant le geste. Ils ont été développés en neurochirurgie pour le repérage précis de structures anatomiques ou de tumeurs à partir d'images scanner ou IRM. Le robot Neuromate®, exploité par la société Renishaw, est notamment utilisé en chirurgie stéréotaxique. En orthopédie, ces systèmes assistent la mise en place de broches dans la chirurgie de la hanche à partir d'images radiologiques (29).

II.2.3. Les systèmes robotiques actifs

Les systèmes actifs sont les robots opérateurs, des systèmes d'instrumentation réalisant en autonomie la séquence opératoire établie au préalable à partir de données d'imagerie permettant au robot de modéliser en 3D la zone à opérer. En orthopédie, les systèmes Caspar®, de la société Ortomaquet, et Robodoc®, de la société Integrated Surgical Systems, réalisent des découpes osseuses permettant l'implantation de prothèses. En radiothérapie, Cyberknife®, de la société Accuray, irradie spécifiquement les tumeurs après intégration des données d'imagerie (29).

II .3. Les robots

II.3.1. L'étymologie du mot robot

Le terme Robot décline du radical tchèque robota signifiant « travail forcé, corvée ». Karel Capek l'évoque pour la première fois en 1920 dans la pièce de théâtre R.U.R. (Rossum's Universal Robots) (30).

II.3.2. La définition d'un robot

Le robot est un dispositif mécatronique, fruit des technologies mécanique, électronique et informatique (31). Il s'agit d'un "appareil automatique capable de manipuler des objets ou d'exécuter des opérations selon un programme fixe, modifiable ou adaptable (32)". Cette définition regroupe :

- Les automates se mouvant d'eux-mêmes et répétant invariablement un programme fixe défini ;
- Les robots à proprement parler, plus complexes, comprenant des machines associant des capacités physiques et intellectuelles utiles à leur finalité.

II.3.3. La constitution d'un robot

II.3.3.1. L'entité intellectuelle

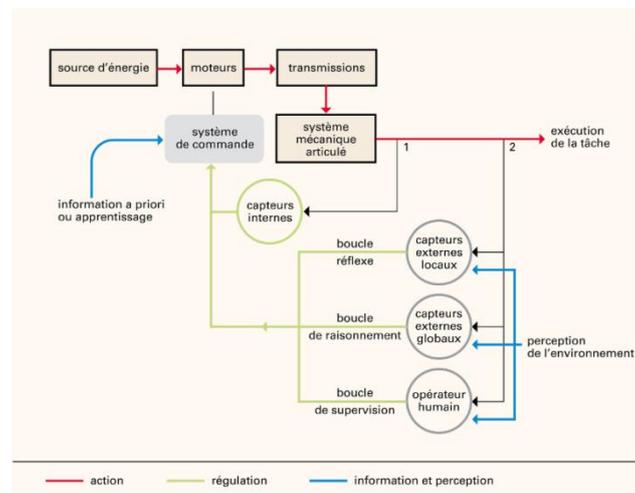


Figure 9 - Schéma du principe d'un robot (33)

L'unité centrale est l'entité intellectuelle pilotant les fonctions effectrices grâce aux séquences d'instructions qu'elle émet. Le pilotage est adaptatif après analyse environnementale. Le robot peut être esclave d'un opérateur ou réagir en autonomie à des stimulations environnementales.

II.3.3.2. Les capteurs

L'adaptabilité suppose des capteurs extéroceptifs sondant l'environnement (température, lumière, distance de certains objets) ou proprioceptifs sur le robot (position, vitesse) (33). Ces informations sont intégrées et analysées par l'unité centrale déterminant une réaction adaptée du robot. Les capteurs internes permettent un rétrocontrôle sur les effecteurs (34).

II.3.3.3. Les effecteurs

Les effecteurs constituent l'entité fonctionnelle, exécutant la finalité du robot (roue, bras) (33).

II.3.4. La robotique

La robotique est une branche de l'automatisme consacrée au développement des robots. Isaac Asimov l'évoque en premier dans le récit de science-fiction *Menteur !* (35) en 1942. Afin que les robots ne supplantent pas l'homme, il définit les quatre lois fondamentales robotiques dans *Le Cycle des Robots* (36). La loi Zéro stipule qu'un robot ne peut pas porter atteinte à l'humanité, ni, par son inaction, permettre que l'humanité soit exposée au danger. Les autres lois déclinent de cette loi fondamentale :

- Un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, restant passif, laisser cet être humain exposé au danger, sauf contradiction avec la Loi Zéro ;
- Un robot doit obéir aux ordres donnés par un être humain, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la Première Loi ou la Loi Zéro ;
- Un robot doit protéger son existence tant que cette protection n'entre pas en conflit avec la Première ou la Deuxième Loi ou la Loi Zéro (37).

II.3.5. L'histoire des robots

II.3.5.1. De l'Antiquité à la révolution industrielle

Les automates antiques étaient des représentations divines animées ou des systèmes de mesure du temps tels. Les prouesses techniques de la Renaissance ont permis l'apparition de nombreux automates dans le sillage d'ingénieurs de génie tels que Léonard de Vinci. La période des Lumières marque un nouvel essor des automates avec l'apparition de machines programmables mécanisant progressivement l'industrie pour gagner en productivité.

II.3.5.2. Les premiers robots

Le premier robot est un système de télémanipulation d'explosifs conçu par Nikola Tesla en 1898. Les robots à phototropisme, tels que Philidog créé en 1928, se déplacent vers une source lumineuse (33). Les stimuli physico-chimiques détectés et le panel fonctionnel s'étoffent au vingtième siècle.

II.3.5.3. L'essor de la robotique

L'essor robotique d'après-guerre est industriel pour substituer le robot à l'homme dans la réalisation de tâches difficiles et optimiser la productivité industrielle. En 1948, Raymond Goertz met au point son premier système de télé opération, constitué d'un dispositif manipulé par l'opérateur, ou dispositif maître, couplé par une série de liens mécaniques à un effecteur esclave reproduisant les mouvements du dispositif maître au contact de l'environnement. Des couplage hydrauliques ou électriques permettent ensuite un contrôle fin de la position, mais suppriment le retour de sensibilité mécanique. Pour ne pas endommager les objets manipulés par l'effecteur, un retour de force a été ajouté à ces systèmes pour permettre de ressentir l'interaction effecteur-environnement. En 1954, George Devol développe un dispositif de transfert articulé programmé par un ordinateur et supprime ainsi le dispositif maître. La société Unimation développe Unimate® qui apparaît dès 1961 sur les chaînes de production automobile de General Motors. Ce robot effectuait des tâches de manutention programmées, mais n'était pas capable d'adapter sa position dans l'espace. Il devait donc être parfaitement intégré dans la chaîne de production. Peu à peu, ces robots ont été dotés d'une adaptabilité croissante, d'abord par retour de force, puis par détection d'obstacles dans leur environnement. Ils ont progressivement automatisé l'industrie, notamment automobile. L'essor électronique et informatique permet de développer des robots interagissant de manière plus complexe avec leur environnement pouvant améliorer la performance humaine. Les robots chirurgicaux sont apparus dans la deuxième moitié du vingtième siècle (38).

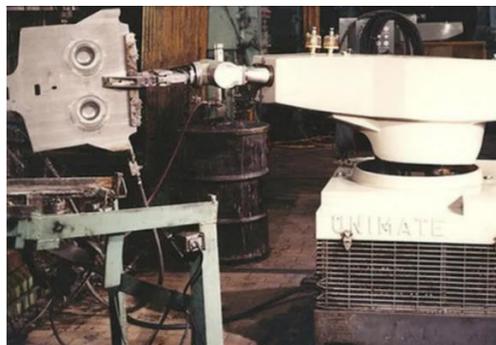


Figure 10 - Photographie d'un robot industriel Unimate® (43)

II.4. L'Histoire de la chirurgie robotique

II.4.1. Les prémices de la robotique chirurgicale

L'idée de la chirurgie robotique est née au début des années 1970 dans une étude de la NASA pour apporter des soins chirurgicaux aux astronautes avec des robots disposant d'un contrôle à distance. Les premiers robots chirurgicaux sont développés en orthopédie et en neurochirurgie. « Arthrobot® », assistant orthopédique fonctionnant par reconnaissance vocale, est inauguré en 1983 au Canada pour des procédures arthroscopiques. En 1985 est

lancé le système de repérage PUMA 260® pour les biopsies cérébrales, de la société Unimation, constitué d'une unité centrale et d'un bras porte-aiguilles multi-orientable maintenu fixe dans la zone de biopsie. D'autres systèmes de repérage se développent en neurochirurgie, tels que Neuromate® commercialisé par IMMI en 1989, localisant les structures cérébrales profondes en stéréotaxie. En orthopédie, Robodoc® façonne par fraisage la cavité fémorale recevant la prothèse totale de hanche tandis que Acrobot® est utilisé pour des prothèses totales de genou. En urologie, en 1988, Probot® assiste des résections transurétrales de prostate, tandis que le robot Puma 560®, commercialisé par Unimation, assiste une prostatectomie en 1990 à l'Imperial College de Londres (38).



Figure 11 - Robot Puma 500 de la société Unimate (38)

II.4.2. Les robots de télémanipulation chirurgicaux

Les robots de télémanipulation se substituent d'abord à l'Homme dans la réalisation de tâches à risque radioactif ou physicochimique. L'ergonomie croissante des robots amène la Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) à financer un robot de téléchirurgie militaire, le prototype Artemis® à sept degrés de liberté. Ils se développent en laparoscopie avec l'essor de la chirurgie mini-invasive. En 1994, le robot de visualisation Aesop® (Automated Endoscope System For Optimal Positioning) est approuvé par la FDA. Il comprend un bras porte-endoscope manœuvré grâce à un pédalier. Les versions Aesop 2000® puis Aesop 3000®, sont à reconnaissance vocale et ont plus de liberté de mouvement.



Figure 12 - Robot Aesop 3000® de la société Computer Motion (39)

Le robot Zeus® sort en 1998. Il comprend une console contrôlant un effecteur à trois bras, déclinés des bras du robot AESOP, opérant le patient au travers de trocarts percutanés. Il effectue une anastomose des trompes de Fallope à Cleveland en 1998. En 1999, une cholécystectomie est réalisée à Strasbourg. En 2001, le P^r Marescaux contrôle vocalement depuis New York une cholécystectomie réalisée à Strasbourg (38).



Figure 13 - Robot Zeus® de la société Computer Motion (38)

III. Le Robot Da Vinci®

III.1. L'histoire du robot Da Vinci®

La marque Da Vinci® naît du rachat des brevets issus des recherches de la DARPA par la société Intuitive Surgical, elle-même fondée en 1995 par Frederic Moll. Un premier prototype fait l'objet d'essais cliniques en 1997 permettant la réalisation du premier bypass multi-vasculaire cardiaque en thoracoscopie en 1999. Le Da Vinci® Standard, est développé en 1999, puis approuvé par la FDA pour son utilisation humaine et commercialisé en 2000. Plusieurs évolutions interviennent jusqu'au Da Vinci® Xi de quatrième génération en 2014, portant le nombre de bras à quatre et améliorant la visualisation tridimensionnelle (3D) et l'ergonomie instrumentale. La double console apparaît avec le Da Vinci® Si en 2009. Le Da Vinci® SP, approuvé en 2014, insère ses bras au travers d'un trocart unique. Le modèle Da Vinci® X, lancé en 2017, est moins performant, mais moins coûteux que le Xi. Approuvé en 2000 par la FDA en laparoscopie viscérale, le robot Da Vinci dispose du marquage CE de classe III (40). Par la suite, des indications urologiques, gynécologiques, thoraciques, ORL et en chirurgie pédiatrique sont approuvées. La première PTRA sur un robot Da Vinci® est pratiquée par le D^r Menon en 2003 à Chicago. En 2003, Intuitive Surgical rachète la société Computer Motion titulaire de Zeus®, s'assurant jusqu'à ce jour une situation de monopole (38). Toutefois, la société britannique CMR Surgical® a lancé le système Versius® et d'autres sociétés telles que Verb Surgical conçoivent actuellement un robot chirurgical.

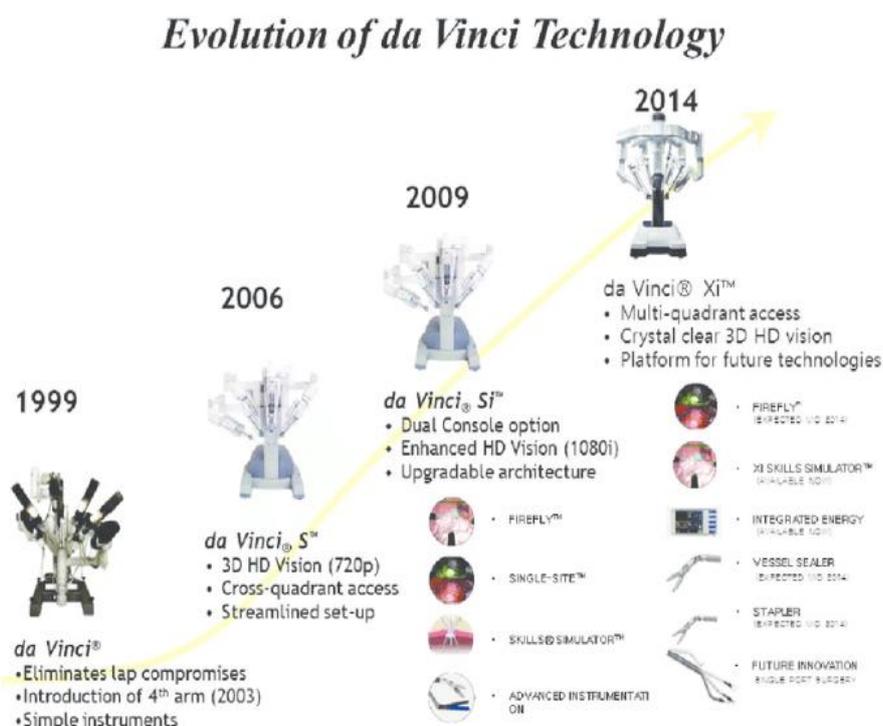


Figure 14 - L'évolution des robots Da Vinci® de la première à la quatrième génération

III.2. Le marché mondial Da Vinci®

A l'entame de 2020, près de 5100 robots sont déployés à travers le monde, majoritairement aux Etats-Unis (3260) où un quart des établissements s'est doté d'un système Da Vinci®. Les coûts d'achat et de maintenance annuelle, entièrement à la charge des acheteurs, sont lourds et questionnent sur la rentabilité du robot Da Vinci® en Europe. Malgré cela, l'Europe constitue le deuxième marché mondial, avec 871 robots déployés en Avril 2020, devant le marché asiatique (679 robots déployés). La France, avec 174 robots Da Vinci® déployés, est le troisième pays mondial derrière les Etats-Unis et le Japon, avec une répartition égale des systèmes robotiques entre les établissements privés et publiques. Aucun système robotique n'est recensé en Corse, ni Outre-mer à ce jour.

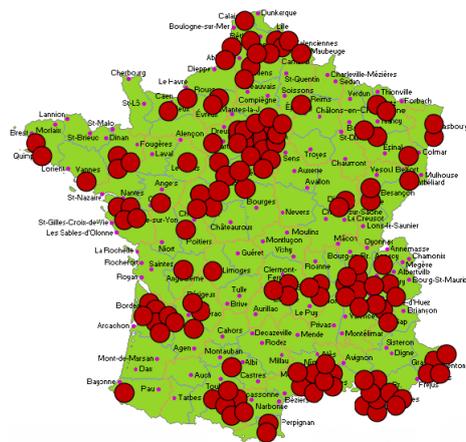


Figure 15 - La carte des établissements français dotés d'un robot Da Vinci®

III.3. La Robotique au CHU de Nantes

III.3.1. L'équipement robotique

Le CHU de Nantes a fait l'acquisition d'un premier robot Da Vinci® S en 2008. En mai 2016, dans le cadre de la création du centre de chirurgie robotique, le CHU de Nantes a acheté un Système Da Vinci® Xi™ avec double console, ainsi qu'un simulateur DVSS® pour la formation initiale des chirurgiens. Le robot Da Vinci® S avait alors été revendu au fabricant pour amortir le prix d'achat du Da Vinci® Xi.

III.3.2. La logistique

Une salle du bloc chirurgical est exclusivement dédiée à l'activité robotique avec une planification compétitive entre différentes spécialités chirurgicales : l'urologie, la chirurgie digestive, la gynécologie, l'oto-rhino-laryngologie (ORL) et la chirurgie infantile.

III.3.3. L'activité robotique au CHU de Nantes

III.3.3.1. L'activité robotique globale du CHU de Nantes

L'activité robotique annuelle n'a cessé de croître depuis l'acquisition du premier robot en 2008, malgré une légère inflexion de la courbe d'activité en 2011 et en 2014. Le nombre d'interventions annuelles est passé de 58 en 2008 à 353 en 2019. La création du centre de chirurgie robotique en 2016, avec l'acquisition du robot Da Vinci Xi®™ a stimulé la croissance de l'activité. Depuis 2017, le nombre d'interventions annuelles est maintenu au-delà de 300.

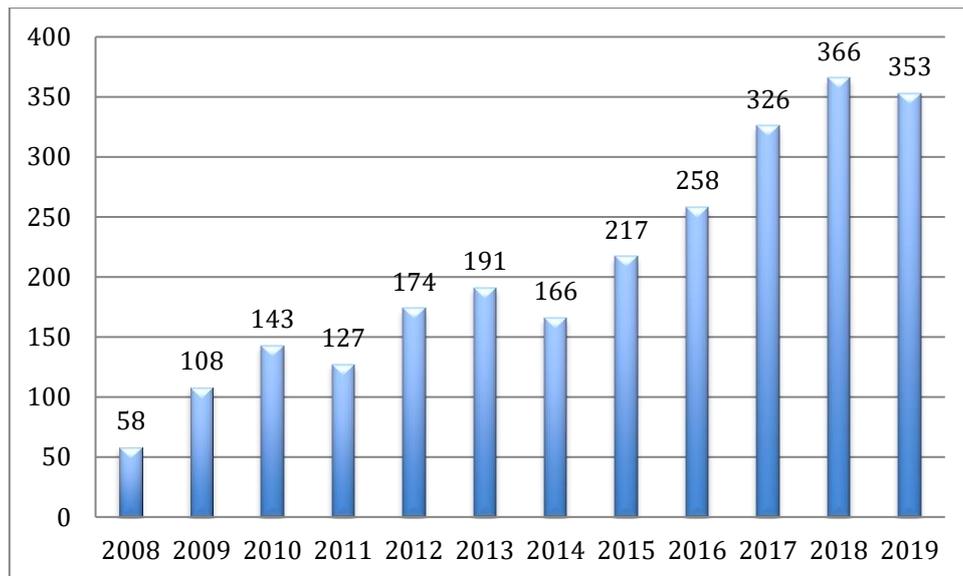


Figure 16 - L'activité robotique annuelle au CHU de Nantes depuis 2008

III.3.3.2. Activité par spécialité chirurgicale

Alors que l'urologie et la chirurgie digestive se partageaient l'activité robotique en 2008, d'autres spécialités chirurgicales ont ensuite intégré le programme. C'est le cas de la gynécologie, à partir de 2009, de la chirurgie ORL, à partir de 2011, et de la chirurgie infantile, à partir de 2014. L'attribution compétitive des vacances chirurgicales entre les différentes spécialités favorise l'accroissement de l'activité robotique.

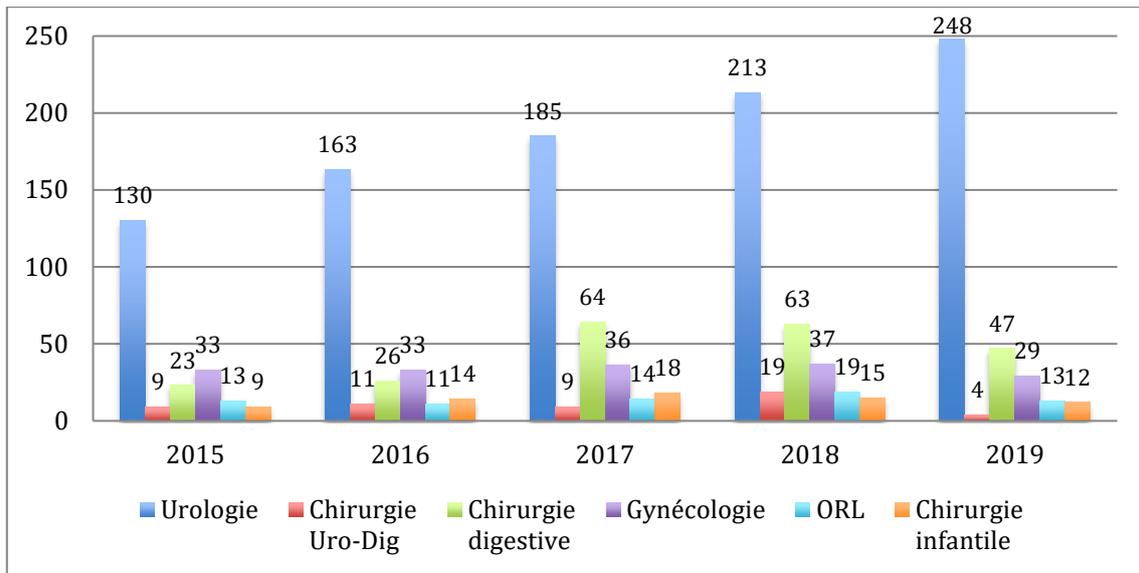


Figure 17 - L'activité robotique annuelle au CHU de Nantes par spécialité chirurgicale depuis 2015

La répartition des créneaux robotiques fait l'objet d'un arbitrage suivant les capacités de recrutement de chaque spécialité. En 2019, les spécialités ayant réalisé le plus de créneaux sont l'urologie (70.3 % et 1.1% de chirurgie uro-digestive), la chirurgie digestive (13.3% et 1.1% de chirurgie uro-digestive) et la gynécologie (8.2%).

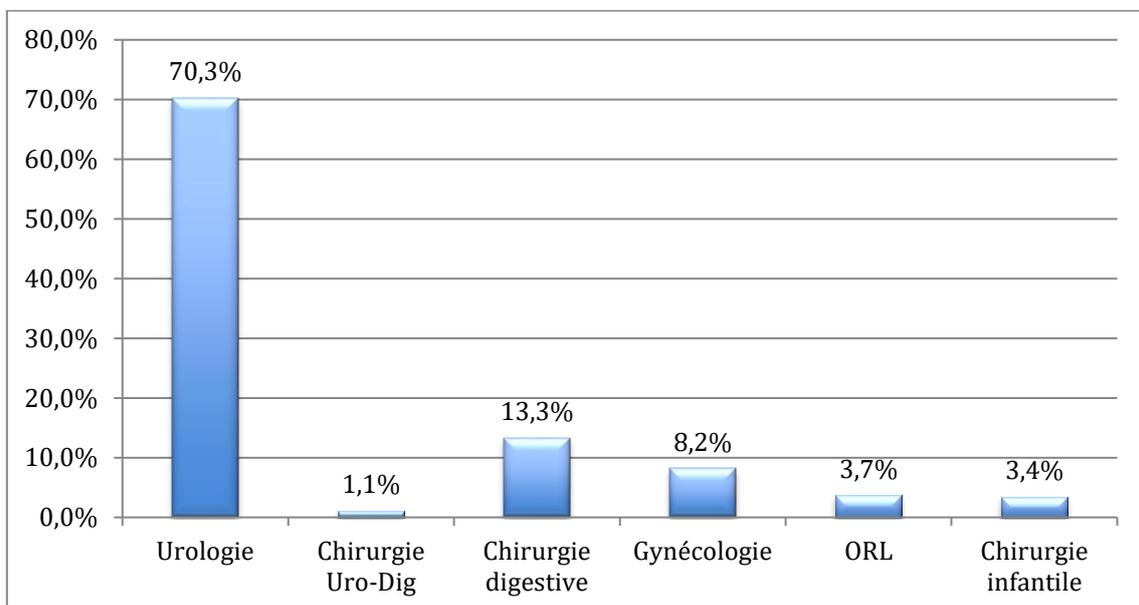


Figure 18- La répartition de l'activité robotique au CHU de Nantes par spécialité en 2019

III.3.3.3. L'activité robotique urologique au CHU de Nantes

Le nombre d'interventions robotiques urologiques annuelles a nettement progressé depuis le lancement du programme de chirurgie robotique, passant de 44 interventions annuelles en 2008 à 248 interventions annuelles en 2019. A l'image de l'activité robotique globale, la croissance s'est intensifiée avec la création du centre de chirurgie robotique en 2016.

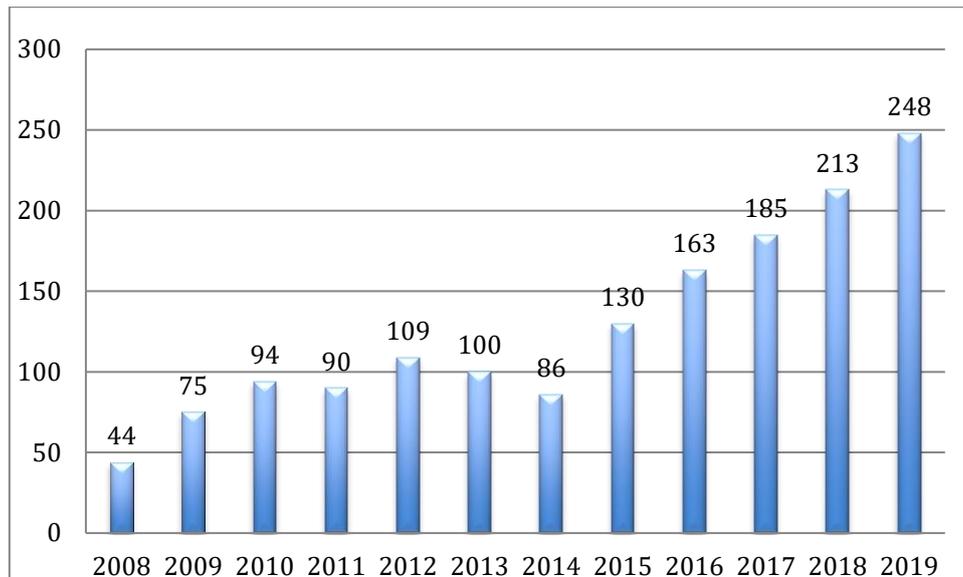


Figure 19 - L'activité robotique urologique annuelle au CHU de Nantes depuis 2008

En 2019, les prostatectomies totales, les cystectomies totales, les néphrectomies partielles, les pyéloplasties et les cystectomies supra-trigonales étaient les cinq principales indications de chirurgie urologique robot-assistée. Ainsi, les prostatectomies totales, les cystectomies (incluant les cystectomies totales et les cystectomies supra-trigonales) et les néphrectomies partielles représentaient 73.4% de l'activité de chirurgie urologique robot-assistée en 2019.

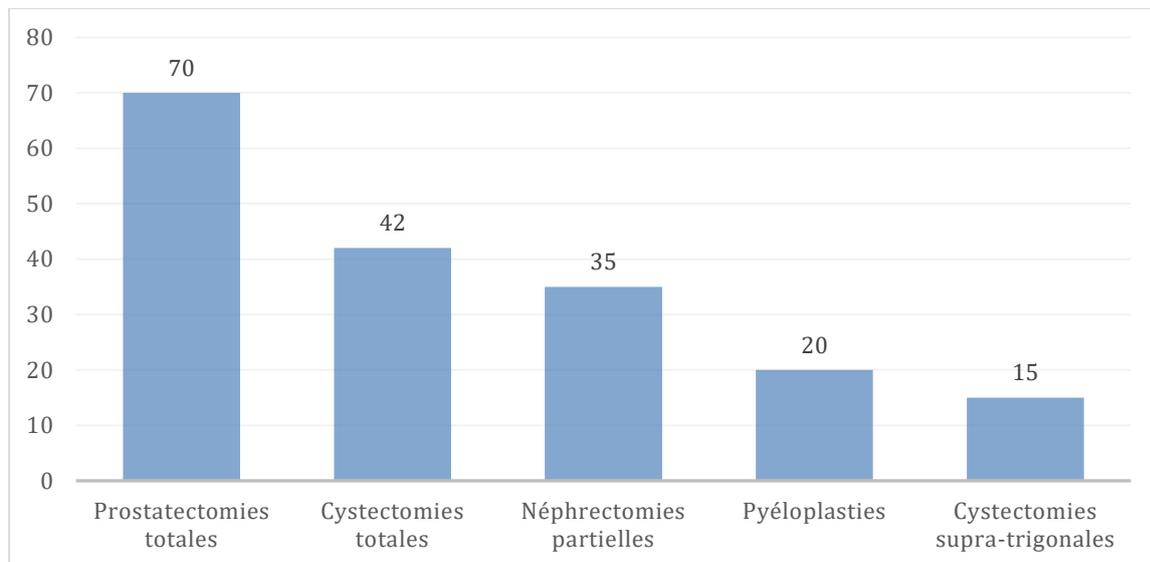


Figure 20 - Le volume opératoire des cinq principales indications de chirurgie urologique robot-assistée en 2019

III.3.4. Le système Da Vinci®

Le système Da Vinci est un système d'instrumentation passif, contrôlé par l'opérateur depuis une console distincte. Le Système Da Vinci Xi®, dont s'est doté le CHU de Nantes, comprend trois parties distinctes : le chariot patient, la console de contrôle et la colonne technique.

III.3.4.1. Le chariot patient

Le chariot patient est la partie effectrice, arrimée à la table d'opération composée de quatre bras mécaniques robotisés, l'un optique permettant la visualisation et trois autres bras portant les instruments chirurgicaux. Le chariot dispose d'une batterie de secours, assurant une autonomie de quinze minutes si l'alimentation est coupée, et d'une fonction mémoire en cas d'arrêt brutal (41).



Figure 21 - Le chariot patient du robot Da Vinci® Xi (42)

III.3.4.1.1. Les instruments Da Vinci Xi®

Les instruments sont constitués d'un boîtier proximal, s'adaptant sur les bras du robot, et d'une tige rotative rigide de 53 cm terminée d'une articulation portant l'effecteur, réalisant l'action chirurgicale. La nature de l'effecteur est variable (pince de préhension, porte-aiguilles, ciseaux...). Les disques du boîtier sont la base du système mécanique. Leur rotation mobilise l'extrémité articulée distale grâce à des câbles disposés le long de la tige, couplés à des poulies. Ce système permet de miniaturiser l'effecteur (42).

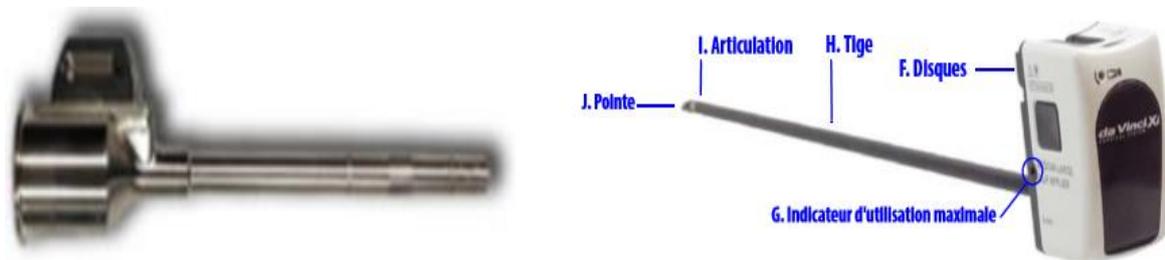


Figure 22 - Trocart standard de 8mm, instrument Da Vinci Xi® (42)

L'extrémité de la tige s'insère dans le corps du patient au travers de trocars percutanés de 8 à 12 mm de diamètre interne, positionnés avant d'amarrer le robot. Le diamètre de l'instrument, tige et effecteur alignés, ne doit pas excéder la lumière du trocart. L'articulation EndoWrist®, commune à la plupart des instruments, comprend sept degrés de liberté et permet d'orienter l'effecteur dans de nombreux plans de l'espace (42).



Figure 23 - Poignet Endowrist® de la pince bipolaire fenêtrée 8 mm (42)

Les instruments ont une durée de vie limitée à dix utilisations matérialisée par un indicateur virant au rouge sur le boîtier proximal. Les instruments sont stérilisés à l'autoclave entre deux utilisations.

III.3.4.1.1.1. Les instruments de base

Intuitive Surgical propose une gamme d'instruments réalisant les actes chirurgicaux élémentaires (ciseaux, préhenseurs, porte-aiguilles, agrafeuses). Pour chaque type d'instruments, il existe plusieurs références de force de préhension, de taille et d'amplitude d'ouverture des mors variables (42).

III.3.4.1.1.2. Les instruments d'électrocautérisation

Les instruments d'électrocautérisation mono ou bipolaires appliquent un courant électrique au tissu conjointement à leur action mécanique pour le sectionner ou le coaguler. Ils sont alimentés par l'unité électrochirurgicale VIO dV via un cordon intégré au boîtier. L'opérateur fait varier les paramètres du courant (puissance, tension) et ses conditions d'application (force de préhension, temps d'application...) suivant l'action souhaitée et le tissu exposé (43).

III.3.4.1.1.3. Les Instruments d'électrocautérisation monopolaire

L'électrocautérisation monopolaire permet la dissection ou la division fine des tissus. La gamme monopolaire comprend un crochet, une spatule ainsi que des ciseaux (42).

III.3.4.1.1.4. Les instruments d'électrocautérisation bipolaire

Les instruments bipolaires comprennent deux mors distaux délimitant un circuit électrique coagulant les tissus qu'ils contiennent en position fermée (43). La gamme compte quatre références de pinces, différant par leur force de préhension, leur amplitude d'ouverture et par la forme et la longueur de leurs mors, ainsi qu'une référence de ciseaux bipolaires.



Figure 24 - Spatule de cautérisation monopolaire et ciseaux courbes bipolaires (42)

III.3.4.1.1.5. Le Vessel Sealer Extend EndoWrist®

Le Vessel Sealer Extend Endowrist® est un instrument d'électrocautérisation bipolaire polyvalent également capable de dissection. C'est un forceps coagulant les tissus, qu'il tient entre ses mors, par application d'une énergie bipolaire. Les faces internes des mors, lisses,

comportent sur toute leur longueur une rainure centrale déployant une lame de coupe sectionnant le tissu entre les mors (44).

III.3.4.1.1.6. Agrafeuse Stapler SureForm™ 60

L'agrafeuse Stapler Sureform™ est utilisée pour des actes de résections, de transsections et/ou d'anastomoses. L'agrafeuse terminale est montée sur une articulation conique à 120° assurant une grande amplitude de mouvements pour bien positionner l'agrafeuse vis-à-vis du tissu et dispenser l'opérateur de tirer le tissu avant transsection/résection. La technologie SmartFire™ activée grâce à la pédale de l'opérateur, contrôle la compression tissulaire avant et après le processus de déclenchement à mesure que la ligne d'agrafes se forme et que la transsection progresse (45).

III.3.4.1.2. Le bras optique

L'endoscope binoculaire est un tube rigide de 8 à 12 mm de diamètre restituant un champ de vision d'environ 80°. Les deux lentilles sont chacune associée à une caméra haute définition (HD) dotée d'un éclairage haute intensité et d'un grossissement jusqu'à dix fois. Chacune restitue l'image d'un angle différent à l'un des yeux de l'opérateur pour une vision stéréoscopique 3D (46). La technologie Firefly™ révèle par fluorescence les vaisseaux et les canaux biliaires. Les optiques réutilisables sont traités par stérilisation basse température.

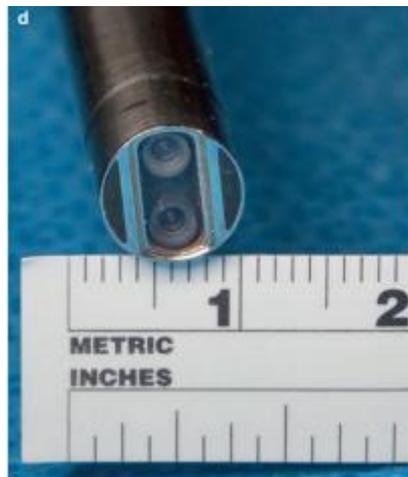


Figure 25 - Endoscopes binoculaires de 12 et 8 mm (41)

III.3.4.2. La console de commande

La console de commande comprend des lunettes binoculaires, restituant le champ opératoire en 3D HD, et des outils de télémanipulation. Les mouvements des mains et des doigts de l'opérateur de fréquence supérieure à 6 Hertz sont captés, intégrés, convertis en micromouvements, transférés au boîtier de l'instrument. Les mouvements parasites et les tremblements sont filtrés. L'échelle de conversion est réglable jusqu'à trois pour un, soit un mouvement de 3 mm des manettes déterminant un mouvement de 1 mm de l'effecteur. Les

manettes vibrent pour signifier une collision des bras, les limites d'amplitude des bras ou une résistance tissulaire anormale. Le débrayage déconnecte ponctuellement les manettes pour les recentrer. Le pédalier à cinq pédales contrôle différentes fonctions (endoscope, énergie d'électrocautérisation, débrayage...). La console comporte un support pour les avant-bras, ainsi qu'un support de tête ajustables. Les paramètres audiovisuels et la sensibilité des manipulateurs sont personnalisables. Le simulateur DVSS® d'Intuitive Surgical s'adapte sur la console pour s'entraîner à l'utilisation du robot (46), (41).



Figure 26 - Console du robot Da Vinci Xi® et manipulateurs du robot Da Vinci Xi® (41)

III.3.4.3. La colonne technique

La colonne technique portant le système d'imagerie est constituée d'un moniteur à écran tactile avec possibilité d'annotations à l'écran, de capture d'écran et d'indication de sortie de champs des instruments. Elle présente une connexion d'entrée vidéo TilePro® et de sortie vidéo 3DHD (41).



Figure 27- La colonne vidéo du robot Da Vinci® Xi (41)

III.3.5. L'ergonomie du robot Da Vinci®

III.3.5.1. La définition de l'ergonomie

Selon l'association internationale d'ergonomie, l'ergonomie est « la science visant la compréhension fondamentale des interactions entre les humains et les autres composantes d'un système et la mise en œuvre dans la conception de théories, de principes, de méthodes et de données pertinentes, afin d'améliorer le bien-être des hommes et l'efficacité globale des systèmes » (47).

III.3.5.2. L'ergonomie du chirurgien

III.3.5.2.1. L'ergonomie cognitive et sensorielle

Le robot garantit une meilleure vision que la laparoscopie conventionnelle (LC). La vision stéréoscopique 3D permet l'analyse des formes et dimensions anatomiques, bien qu'elle nécessite une période d'apprentissage. L'endoscope est aligné avec les effecteurs, sa projection semblant prolonger les manettes. Toutefois, l'absence de retour tactile compromet l'analyse de l'interaction tissus-instruments. La déformation tissulaire visuelle ou les vibrations des manettes traduisant une résistance tissulaire inhabituelle sont les seuls retours d'information. Enfin, l'environnement sonore est parfois anxiogène, notamment les bruits parasites (insufflateur, générateur) dont l'opérateur ne perçoit pas la source. Du point de vue de la charge mentale, la LRA semblait plus délétère que la LC (46).

III.3.5.2.2. L'ergonomie Physique

III.3.5.2.2.1. La posture chirurgicale

Avant l'intervention, la hauteur d'assise et de vue est ajustée afin que les lunettes soient à hauteur confortable, tandis que les pieds sont au sol face aux pédales, les genoux à 90° ou plus. Le support des avant-bras est ajusté afin que les bras soient perpendiculaires au sol, avec les avant-bras en position neutre et les coudes à 90° proches, non évasés. L'opérateur veille à l'absence d'extension ou de courbure excessive du dos et du cou. La tête s'appuie légèrement contre son support (48).



Figure 28 - Installation du chirurgien à la console (46)

III.3.5.2.2.2. Le profil d'activation musculaire

Si l'ergonomie physique semble meilleure en LRA, les chirurgiens développent d'autres profils de troubles musculosquelettiques. Bagrodia et al. (49) ont interrogé 106 urologues qui

réalisent des PTRAs et/ou des PTL. Ils présentent plus de dorsalgies pures (28% contre 1%) et de douleurs concomitantes du dos et du cou (19% contre 1%) en LC qu'en LRA. A l'inverse, ils décrivent plus de cervicalgies pures en LRA (21% contre 9%). D'après Armijo et al (50), Le trapèze supérieur est plus activé en LRA ($p < 0,005$), l'extenseur des doigts étant plus fatigué en LC ($p < 0,001$). Dans les deux cas, les muscles des épaules et du cou sont plus éprouvés que ceux du poignet ($p < 0,001$). Outre le maintien postural pour la précision des actes, la tension statique du cou serait due à une posture inadaptée à la console. L'apparition de ces troubles serait favorisée par une installation suboptimale du chirurgien.

III.3.5.2.2.3. L'ajustement de la console

Vant Hullenaar et al. (51) ont comparé les angles articulaires opératoires des membres supérieurs (épaules ΔS , coudes ΔE), du cou ΔN et du tronc ΔT aux standards d'ergonomie Rapid Upper Limb Assessment (RULA). Dans cette étude, les angles des épaules et du cou sont à risque chez tous les sujets, celui du tronc étant variablement hors de l'intervalle, traduisant une installation inconfortable des chirurgiens.

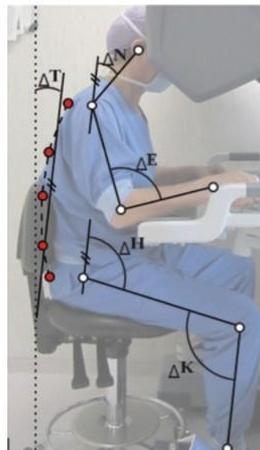


Figure 29- Les angles articulaires opératoires en LRA (51)

Lux et al. décrivent aussi des postures inconfortables pour les opérateurs de moins de 1m63 ou de plus de 1m85. Lorsque la hauteur d'assise est basse, pour un opérateur petit touchant les pédales sans que ses talons ne soient au sol, une hyper extension du dos et du cou est nécessaire pour voir dans les lunettes, les bras n'étant pas perpendiculaires au sol. En relevant sa hauteur d'assise, il peinera à atteindre les pédales. A l'inverse, les grands opérateurs sont contraints à une antéflexion au-delà de 30° pour visualiser l'écran, générant une assise cyphotique (48). La conception des nouvelles générations de robots devrait corriger ces lacunes d'ajustement. Vant Hullenaar et al. (51) ont créé un modèle géométrique 2D pour ajuster les hauteurs d'assise, des supports des bras et de tête selon les dimensions corporelles et les angles de RULA.

III.3.5.2.3. L'ergonomie instrumentale

L'ergonomie instrumentale semble supérieure à la LC. Le poignet Endowrist® assure sept degrés de liberté. La console filtre les mouvements de faible fréquence comme les tremblements. La fonction d'embrayage permet de déconnecter temporairement les manettes afin de les recentrer. Le système mécanique à câbles supprime l'effet pivot. Toutefois, le pédalier à cinq interrupteurs constitue un facteur de stress mental. De plus, si la gamme instrumentale est fournie, les changements d'instruments sont fastidieux, impliquant la sortie d'un premier pour introduire un deuxième (46).

III.3.5.2.4. L'ergonomie sociale

L'opérateur est dépendant de l'assistance opératoire, par le chirurgien, et instrumentale, par l'instrumentiste. Compte-tenu de son isolement, la qualité de la communication en salle est cruciale (46). La charge mentale est supérieure en LRA sur la base de marqueurs de colère, de dépression, d'anxiété, de fatigue. La vigueur et la sociabilité sont cependant meilleures après LRA (52).

III.3.5.3. Ergonomie de l'assistant

L'ergonomie de l'assistant est l'un des principaux écueils en LRA. Van't Hullenaar et al. (53) ont évalué l'ergonomie de 11 assistants par le score RULA graduant l'inconfort postural de 1 à 7, et par la comparaison des angles articulaires aux standards d'ergonomie RULA.

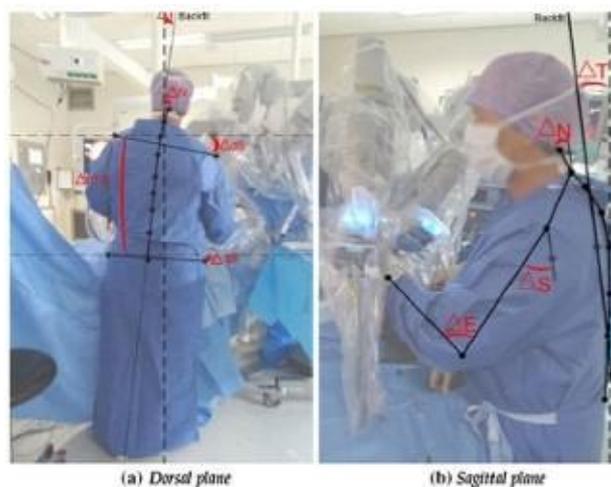


Figure 30- Posture de l'assistant durant une chirurgie robot-assistée (60)

Des postures courbées prolongées (73%), des mouvements répétitifs du cou (82%), du tronc (73%), des poignets (73%) sont décrits par les assistants. Le robot contraint leur espace de travail et 2,8 collisions par opération sont rapportées. Des angles articulaires extrêmes (épaules, coude et cou notamment) sont décrits, en particulier lors du changement d'un instrument. Les scores RULA moyens en urologie sont de 4 en rétraction, de 7 pour l'agrafage, de 4,8 pour remplacer un instrument et de 5,3 en global, attestant de mauvaises conditions

d'ergonomie. Les auteurs préconisent d'ajuster la hauteur et l'inclinaison de la table d'intervention pour minimiser l'angle du coude, ainsi que la hauteur de la table d'instrumentation. Le moniteur est idéalement face à l'assistant pour minimiser la rotation et la torsion cervicales. Les trocarts sont suffisamment espacés des trocarts robotiques, idéalement de plus de 8 cm, pour la liberté de mouvements et la réduction de la torsion du poignet et du coude. Aussi, plus les trocarts robotiques sont distants de la cible, plus les bras sont en intracorporel, et plus l'amplitude externe des bras sera faible et prédictible. Selon la séquence, les instruments à remplacer sont disposés près de l'assistant pour limiter sa courbure ou à défaut, il se déplace auprès du trocart. Par ailleurs, le chirurgien doit communiquer pour signaler un mouvement de grande amplitude ou le déplacement de la caméra hors-champ optique, afin que l'assistant puisse les anticiper. Des mouvements lisses, calmes sont aussi plus lisibles pour l'assistant.

III.3.6. Les résultats cliniques de la chirurgie robot-assistée en urologie

III.3.6.1. La prostatectomie totale robot-assistée

III.3.6.1.1. La PTRA par rapport à la PTO

Seo et al. (54) ont réalisé une méta-analyse des études comparant PTRA et PRR, soit 61 études incluses.

III.3.6.1.1.1. Données peropératoires

D'un point de vue temporel, la DOM est significativement plus longue en PTRA qu'en PRR, avec une différence de 32,27 min [12 ; 52,54] ($p = 0,002$). A l'inverse, la DMS est significativement moins élevée dans le groupe PTRA. La différence de DMS est de 1,81 jours en faveur de la PTRA ($p < 0,001$) en ne considérant que les données des études européennes. La PTRA est associée à un moindre risque de complications ($p < 0,001$), notamment de complications mineures ($p < 0,001$). Les contractions du col vésical ($p = 0,01$), les lésions organiques ($p = 0,04$) et les embolies pulmonaires ($p = 0,002$), les transfusions sanguines ($p < 0,001$) sont ainsi moins fréquentes en PTRA.

III.3.6.1.1.2. Les données fonctionnelles

La récupération de la fonction érectile et de la continence urinaire est meilleure au décours d'une PTRA. En effet, le taux d'incontinence urinaire à 1 an est significativement moindre ($p = 0,02$) tandis que la puissance sexuelle est significativement meilleure ($p < 0,001$) au décours d'une PTRA.

III.3.6.1.1.3. Les données oncologiques

Le taux de MCP ne diffère pas significativement d'une technique à l'autre. Le taux de récurrence biochimique, définie par un taux de PSA remontant au-delà de 0.2 ng/mL, était significativement moindre après PTRA ($p < 0,001$).

III.3.6.1.2. PTRA par rapport à la PTL

Wang et al. (55) ont réalisé un méta-analyse des études comparant le PTRA et la PTL. Finalement, 16 articles ont été inclus, soit un total de 7952 patients dont 2782 ont subi une PTL et 5170 ont subi une PTRA.

III.3.6.1.2.1. Les données peropératoires

Concernant la morbidité peropératoire, la PTRA est associée à une réduction moyenne de 38% [-8% ; 84%] de la perte sanguine par rapport à la PTL. Toutefois, en raison de la grande hétérogénéité des résultats, cette différence n'était pas significative. La PTRA est associée à un risque significativement moindre de complications postopératoires (OR 0,57 [0,46 ; 0,70], $p < 0,00001$).

III.3.6.1.2.2. Les données fonctionnelles

Le taux de continence urinaire à un an après la chirurgie est significativement inférieur dans le groupe PTRA par rapport au groupe PTL (OR 2,09 [1,61 ; 2,73], $p < 0,00001$), démontrant une meilleure récupération de la continence urinaire au décours d'une PTL.

III.3.6.1.2.3. Les données oncologiques

Le taux de marges chirurgicales positives ne différait pas significativement entre la PTRA et la PTL (OR 0,97 [0,76 ; 1,24], $p = 0,82$)

III.3.6.2. La cystectomie totale robot-assistée

III.3.6.2.1. La CRA par rapport à la CTO

Satkunasivam et al. (56) ont réalisé une méta-analyse de cinq études randomisées contrôlées comparant la CRA et la CTO, soit un total de 560 participants.

III.3.6.2.1.1. Les données peropératoires

D'un point de vue temporel, la DOM est significativement plus courte en CTO avec une différence de 75 min [26 ; 123]. En revanche, la DMS est significativement plus courte en CRA avec une différence de 0,5 jours [-0,15 ; 1,14]. En termes de morbidité, il n'y avait pas de différence significative en termes de complications globales (Odds Ratio (OR) à 0.82 [0.53 ; 1.25], ni en termes de complications majeures (OR à 1.08 [0.69 ; 1.67]). Toutefois, les pertes sanguines étaient significativement moindres dans le groupe CRA, avec une différence moyenne de 281 mL [125 ; 435].

III.3.6.2.1.2. Les données oncologiques

Les résultats oncologiques ne diffèrent pas d'une technique à l'autre, en termes de survie sans progression (HR 0.89 [0.64 ; 1.24]), ni en termes de MCP (OR 1.00, [0.48 ; 2.11]).

III.3.6.2.2. La CRA par rapport à la CTL

Feng et al. (57) ont réalisé une méta-analyse des études comparant la CRA et la CTL, soit dix études incluses. Les caractéristiques des patients et des tumeurs opérés ne variaient pas, à l'exception d'un taux plus élevé de tumeurs de stades pT3-PT4 dans le groupe CTL ($p = 0.03$).

III.3.6.2.2.1. Les données peropératoires

D'un point de vue temporel, la DOM ne variait pas significativement suivant la technique ($p = 0,34$). Cependant, la DMS était significativement inférieure dans le groupe CRA ($p=0,04$). Du point de vue de la morbidité, il y a significativement moins de complications dans le groupe CRA ($p = 0,02$) pour les complications mineures comme pour les complications majeures (respectivement $p = 0.02$ et $p = 0.0008$). De façon contradictoire, alors que les pertes sanguines étaient significativement inférieures dans le groupe CTL ($p < 0,00001$), le taux de transfusion était significativement inférieur dans le groupe CRA ($p = 0.05$).

III.3.6.2.2.2. Les données oncologiques

Il n'y avait pas de différence significative en termes de MCP ($p = 0,39$). Toutefois, le rendement de dissection ganglionnaire est significativement supérieur dans le groupe CRA ($p < 0.00001$).

III.3.6.3. La néphrectomie partielle robot-assistée

III.3.6.3.1. La NPRA par rapport à la NPO

Xia et al. (58) ont réalisé une méta-analyse des études comparant la NPRA et la NPO, incluant dix-neuf études.

III.3.6.3.1.1. Les données peropératoires

D'un point de vue temporel, la DMO était significativement plus longue en NPRA avec une différence de 18.56 min [2,13 ; 35,00] ($p = 0.03$). Aussi, la durée d'ischémie chaude moyenne (DIC) est significativement supérieure en NPRA avec une différence de 3.65 min [0,75 ; 6,56] ($p = 0.01$). Toutefois, la DMS est significativement inférieure dans le groupe NPRA, avec une différence de 2.64 jours [2,00 ; 3,27] ($p < 0.00001$). En termes de morbidité, si le taux de complications intra opératoires ne varie pas suivant la technique, le risque de complications post-opératoires est significativement plus faible dans le groupe NPRA par rapport au groupe NPO ($p = 0,0002$), aussi bien pour les complications mineures ($p = 0.02$) que les complications majeures ($p = 0.01$). De plus, les pertes sanguines moyennes, avec une différence significative de 98.82 mL ($p < 0.00001$), et la probabilité de transfusion peropératoire ($p = 0.04$), sont significativement plus faibles dans le groupe NPRA.

III.3.6.3.1.2. Les données fonctionnelles

La fonction rénale post-opératoire semble légèrement meilleure après NPRA, sans significativité.

III.3.6.3.1.3. Les données oncologiques

Le taux de MCP n'était pas significativement différent entre les deux groupes ($p = 0,52$).

III.3.6.3.2. La NPRA par rapport à la NPL

Leow et al. (59) ont réalisé une méta-analyse de 25 études comparant la NPRA et la NPL, soit un total de 4919 patients ayant subi 2681 NPRA et 2238 NPL. Les caractéristiques des patients ne variaient pas significativement selon la technique. En revanche, les tumeurs étaient significativement plus grandes dans le groupe NPRA, avec une différence moyenne de 0,17 [0,06 ; 0,27], tout comme les scores néphrométriques, avec une différence moyenne de 0,59 [0,21 ; 0,97] ($p = 0,002$).

III.3.6.3.2.1. Les données peropératoires

Du point de vue temporel, la DOM ne diffère pas significativement d'une technique à l'autre, la différence étant de 12,2 minutes [13 ; 37,4] ($p = 0,34$). Toutefois, le TIC moyen est significativement inférieur en NPRA, avec une différence de 4,3 min [2,5 ; 6,2] ($p < 0,001$). La DMS était inférieure en NPRA, avec une différence non significative de 0,22 jour [0,04 ; 0,47] ($p = 0,1$). En termes de morbidité, le risque de complications est significativement moindre en NPRA ($p = 0,007$), le risque de complications majeures étant moindre ($p = 0,023$). La NPRA était associée à une moindre probabilité de conversion vers une autre voie ($p < 0,001$). Enfin, les pertes sanguines sont moindres en NPRA, avec une différence non significative de 24,6 mL [-8,8 ; 57,9] ($p = 0,15$).

III.3.6.3.2.2. Les données fonctionnelles

La récupération fonctionnelle rénale ne varie pas significativement entre les deux techniques. En effet, la différence de déclin de la clairance rénale après NPRA et après NPL n'est pas significative ($p = 0,50$).

III.3.6.3.2.3. Les données oncologiques

Le risque de MCP est significativement moindre en NPRA (RR 0,53 [0,39 ; 0,72] ($p < 0,001$)).

III.3.6.4. La synthèse des données cliniques

Quelle que soit l'intervention considérée, les données comparatives entre la voie robot-assistée et les autres voies chirurgicales sont très hétérogènes dans la littérature. Si les résultats oncologiques ne semblent pas différer d'une technique chirurgicale à l'autre, la plus-value médicale de la chirurgie urologique robot-assistée serait essentiellement liée à une meilleure récupération fonctionnelle au décours des interventions. Ainsi, les résultats suggèrent une meilleure récupération de la continence urinaire et de la fonction érectile au décours des PTAR, en lien avec une préservation plus fine des BNV, et une meilleure récupération de la fonction urinaire au décours d'une NPRA, par rapport à la voie ouverte. La chirurgie robot-assistée semble également associée à un moindre taux de complications

peropératoires par rapport à la voie ouverte. Ces résultats fonctionnels, ainsi que la moindre incidence de complications peropératoires, se traduiraient par une réduction significative de la durée de séjour en chirurgie robot-assistée par rapport à la voie ouverte. A l'inverse, la durée opératoire moyenne serait significativement plus longue en chirurgie robot-assistée par rapport à la voie ouverte, probablement du fait du délai d'assimilation de cette nouvelle ergonomie chirurgicale par le chirurgien.

IV. L'organisation du programme

IV.1. La formation

IV.1.1. La courbe d'apprentissage en chirurgie urologique robot assistée

IV.1.1.1. Le contexte

En 2013, l'ANSM (60) a décrit plus de trente évènements indésirables graves (EIG) en chirurgie robot-assistée (CRA) en France, surtout des hémorragies (40%) et des perforations d'organe (32%). Après expertise, 45% résultaient d'un défaut de formation. De plus, les ETS déclarant le moins d'EIG étaient ceux au plus grand volume opératoire, montrant l'impact de l'expérience. Un programme robotique implique de constituer et de former une équipe pluridisciplinaire dirigée par un chirurgien expert. La formation initiale assure, au-delà de la courbe d'apprentissage, les compétences pour une performance de haute qualité. La formation continue maintient ces compétences dans le temps.

IV.1.1.2. Définition de la courbe d'apprentissage en chirurgie

L'apprentissage d'une technique est le nombre de cas pour atteindre les compétences nécessaires à la réalisation d'une performance de haute qualité. En chirurgie oncologique, la qualité escomptée est l'obtention de résultats oncologiques et fonctionnels optimaux avec un risque limité de complication. La courbe d'apprentissage représente le gain de performance en fonction du temps, comprenant une phase de progression initiale suivie d'un plateau où la performance est relativement stable. Cette dernière se mesure par un indicateur pouvant être temporel, oncologique, clinique, ou fonctionnel (40).

IV.1.1.3. Courbe d'apprentissage en chirurgie urologique robot-assistée

Soomro et al. (61) déplorent le manque de description des facteurs de variabilité (patient, expérience) et l'hétérogénéité méthodologique des études sur l'apprentissage en CRA. Les durées d'apprentissage décrites en urologie sont disparates. Toutefois, l'expérience préalable (62) ou l'inclusion dans un programme d'entraînement robotique (63) réduisent ces durées. Une étude considère trente cas pour atteindre le plateau avec entraînement contre soixante-quatorze cas sans. La pertinence des indicateurs temporels est aussi discutée, la performance en regard de la morbidité peropératoire continuant à s'améliorer au-delà du plateau de durée opératoire. Aussi, l'atteinte du plateau ne garantit pas une performance de haute qualité, le niveau du plateau étant chirurgical-dépendant. Des seuils d'indicateurs cliniques standards prédéfinis par des experts seraient ainsi plus appropriés (61).

IV.1.2. L'impact de la courbe d'apprentissage

IV.1.2.1. La prostatectomie totale robot-assistée

IV.1.2.1.1 L'impact organisationnel de la prostatectomie totale robot-assistée

Vasdev et al. (64) ont suivi les trois cents premières PTRAs de trois chirurgiens experts en PTL et en PTO, distinguant trois phases chronologiques par tranche de cent PTRAs. La DOM était significativement réduite ($p = 0,001$) des cent premières (272 min) aux cent dernières PTRAs (171 min), tout comme le temps à la console (217 min et 132 min, $p = 0,001$). Davis et al. (65) ont analysé vingt-sept mille trois cent quarante-huit PTRAs réalisées par deux cent-vingt-six chirurgiens par tranche de vingt-cinq chacun. La DOM passait de 5 heures lors des vingt-cinq premières PTRAs à 4,1 heures après cent cas, tandis que la DMS passait de 2,4 jours lors des vingt-cinq premières PTRAs à 1,9 jours après cent cas. Herrel et al. (66) estiment que la durée opératoire est corrélée à la compétence et considèrent cent cinquante cas, pour qu'un expert en PTO atteigne une performance comparable à la voie ouverte en PTRAs.

IV.1.2.1.2. L'impact clinique de la prostatectomie totale robot-assistée

Herrel et al. (66) considèrent que le taux de MCP n'est suffisant qu'après cent cinquante PTRAs. Fossati et al. (67) ont suivi l'évolution du taux de MCP et considèrent cent cinquante PTRAs pour atteindre le plateau de la CA. Davis et al. (65) ont montré une diminution significative du taux de conversion ouverte avec l'expérience, passant de 1,13 % lors des vingt-cinq premières PTRAs à 0,20 % après cent PTRAs, ainsi qu'une baisse du taux de complications majeures de 11,75% lors des vingt-cinq premiers cas à 8,62 % après cent cas. Vasdev et al. (64) ont constaté une diminution du taux de complications majeures (respectivement 5%, 1% et 0%) du premier au derniers tiers observé. Toutefois, le taux de MCP augmente (22%, 32% et 26% respectivement) en lien avec une proportion croissante de tumeurs classées pT3 opérées.

IV.1.2.1.3. L'impact fonctionnel de la prostatectomie totale robot-assistée

D'après Herrel et al. (66) , la récupération érectile n'est qualitative qu'après cent cinquante cas. Fossati et al. (67) ont aussi suivi la récupération de la continence urinaire à un an, constatant un plateau hétérogène suivant le chirurgien observé après cent douze à cinq cent quarante et une PTRAs. Vasdev et al. (64) ont décrit une diminution de la durée moyenne de cathétérisme urinaire de 11,2 à 7,9 jours ($p = 0,001$) du premier au dernier tiers observé.

IV.1.2.2. La néphrectomie partielle robot-assistée

IV.1.2.2.1. L'impact organisationnel de la néphrectomie partielle robot-assistée

Lavery et al (68) évoquent une CA de vingt-cinq à trente cas. Paulucci et al. (69) ont suivi pour quatre chirurgiens deux cent-cinquante NPRAs, par tranche de cinquante cas, après un

apprentissage initial de cinquante NPRA [74]. Il y avait une relation entre l'expérience et la réduction de la DMS pour deux chirurgiens ($p < 0,005$), la DMS globale diminuant de 1,9 jours à 1,6 jours après deux cent-cinquante cas ($p = 0,03$). Il n'y avait pas d'association entre l'expérience et la DOM. Mottrie et al (70) ont montré une corrélation significative entre le nombre de cas et le temps de télémanipulation ($p < 0,001$).

IV.1.2.2.2. L'impact clinique de la néphrectomie partielle robot-assistée

La norme en termes de performance en NPRA est l'obtention du Trifecta. Mottrie et al (70) ont décrit une baisse significative avec la DIC ($p < 0,0001$). Paulucci et al. (69) ont démontré une association significative entre le nombre de cas et la probabilité d'atteinte du Trifecta ($p < 0,001$), passant de 62,7% à 78,5% après deux cent cinquante cas ($p < 0,001$). De même, trois chirurgiens présentaient une corrélation significative entre l'expérience et la diminution de la DIC ($p < 0,001$), passant de 21,4 min à 16,2 min ($p < 0,001$). Xia et al. (58) ont étudié les cent quarante-quatre premiers cas d'un expert en NPL naïf en NPRA, considérant quatre quartiles chronologiques. La DIC baissait significativement ($p = 0,007$) du premier (20,2 min) au dernier quartile (15,8 min). Après standardisation sur le score néphrométrique R.E.N.A.L., l'indicateur MIC (71) (MCP, ischémie, complications) était respectivement atteint dans 38,9%, à 55,6%, 72,2% et 83,3% des cas du premier au dernier quartile montrant une association significative entre expérience et performance clinique ($p = 0,002$).

IV.1.2.3. La cystectomie totale robot-assistée

IV.1.2.3.1. L'impact organisationnel de la cystectomie totale robot-assistée

La courbe d'apprentissage de la CRA est plus courte car elle intervient après la PTR. Hayn et al. (72) ont analysé quatre cent quatre-vingt-seize CRA réalisées par vingt et un chirurgiens. Ils considèrent vingt et un CRA pour atteindre le plateau de durée opératoire à 6,5 heures. Guru et al. (73) ont suivi les cent premiers CRA d'un chirurgien réparties chronologiquement en quatre quartiles. La DOM baissait de 375 min au premier quartile à 352 min au dernier quartile malgré l'augmentation du rendement de dissection ganglionnaire moyen de quatorze à vingt-trois. Richards et al. (74) ont analysé soixante CRA avec dérivation urinaire extracorporelle par un chirurgien en compagnonnage expert en PTR. La DOM passait de 535 minutes à 449 minutes après quarante CRA ($p=0,059$). Collins et al. (75) ont analysé soixante-sept CRA avec entérocystoplastie réalisées par deux chirurgiens avec une expérience robotique préalable. La DOM diminuait de 420 à 395 minutes ($p < 0,001$) au-delà de vingt CRA.

IV.1.2.3.2. L'impact clinique de la cystectomie totale robot-assistée

Hayn et al. (72) considéraient trente CRA pour atteindre un rendement de dissection ganglionnaire adéquat et trente patients pour un taux de MCP inférieur à 5%. Richards et al. [80] décrivent une baisse du taux de complications de 70% à 30% après quarante CRA ($p = 0,013$), sans différence significative en termes de pertes sanguines et de MCP. Selon Collins et al. (75), le risque de conversion ouverte chute de 30% à 0% après vingt cas, ayant diminué de 70% à 30% du premier au dernier tiers ($p < 0,05$). Il n'y avait pas de différence en termes de complications majeures et de pertes sanguines

IV.1.3. La formation des chirurgiens

Pour limiter l'impact de la CA, les chirurgiens suivent une formation séquentielle avec une phase préclinique, développant et validant les fondamentaux de chirurgie robotique (FCR) en laboratoire, puis une phase clinique, reposant sur la séquence observation, assistance et compagnonnage. Elle est assurée dans des centres à haut volume opératoire pour développer et maintenir la compétence (centre hospitalo-universitaire (CHU) ou établissement de santé privé d'intérêt collectif) (40).

IV.1.3.1. La formation préclinique

Le programme de formation préclinique développe et évalue les vingt-cinq FCR, qui sont développés en annexe 6. Il s'organise en quatre modules : introduction, modules cognitif, module psychomoteur, module non technique (76). La formation préclinique permet d'atteindre un niveau de compétence suffisant, caractérisé par la perception des informations cruciales d'une situation donnée et par une pratique conforme aux standards avec une adaptabilité (77).

IV.1.3.1.1. Le module cognitif

Le module cognitif dispense les instructions didactiques sur les phases préparatoire (robot, patient, salle), peropératoire (gestuelle, ergonomie), postopératoire (retrait, turnover) (76). La communauté Intuitive Surgical en ligne propose des formations adaptées (système, expérience, profession) (77).

IV.1.3.1.2. Le module psychomoteur

Le module psychomoteur développe la gestuelle chirurgicale avec des séances théoriques vidéos, décrivant séquentiellement les techniques, et pratiques sur différents modèles (76). Ce module est assuré en laboratoire de chirurgie en CHU dans le cadre de l'internat. Par ailleurs, la société Intuitive Surgical siège à l'institut de recherche contre les cancers de l'appareil digestif (IRCAD) de Strasbourg où elle dispense des sessions de formation basiques ou avancées directement sur le robot Da Vinci. D'autres formations sur simulateur existent comme le diplôme universitaire de chirurgie robotique à Nancy (40).

IV.1.3.1.2.1. Les modèles mécaniques

Le module psychomoteur (76) développe la gestuelle chirurgicale par la répétition de tâches chirurgicales données sur modèle mécanique en forme de dôme intégrant sept tâches permettant de s'entraîner et d'évaluer les FCR psychomoteurs : l'amarrage/insertion des instruments, l'épreuve de transfert d'anneau, le serrage de nœud, l'épreuve du chemin de fer, la dissection avec le quatrième bras, la dissection en pièce de puzzle, la dissection vasculaire par électrocoagulation

IV.1.3.1.2.2. Les modèles virtuels

La simulation virtuelle permet d'appréhender l'ergonomie du robot et la gestuelle de base (77), (78). Leur système de notation intégré permet une évaluation objective des compétences. Le simulateur dVSS® d'Intuitive Surgical s'adapte sur la console Da Vinci et propose des tâches de complexité croissante pour la gestuelle de base. Le dV-Trainer® de MIMIC technologies comprend une console comparable couplée à un simulateur. Outre la gestuelle de base, il simule des interventions. L'évaluation est multi-paramétrique (temps, perte sanguine...). L'option MIMIC dV-Trainer® permet d'interagir avec des images opératoires pour appréhender la stratégie opératoire et gérer des complications. Le XTT Xperience Team Trainer®, également commercialisé par Mimic technologies, est un simulateur d'assistance robotique pour des mises en situation coordonnées. Toutefois l'absence de simulations avec des variables anatomiques (obésité, adhérences...), cliniques, paracliniques (imagerie) ne développe pas l'adaptabilité clinique du chirurgien. Kang et al. évoquent un temps de formation de quatre à douze heures pour une performance qualitative. Trois groupes de dix étudiants se sont entraînés à réaliser une tâche sur simulateur un même nombre d'heures selon différents rythmes (quotidien, hebdomadaire, un jour), avec une amélioration significative de leur performance à chaque essai. Le temps moyen de réussite était significativement plus faible en rythme quotidien.



Figure 31 - Simulateur DVSS® et simulateur dV-Trainer® (84)

IV.1.3.1.2.3. Les modèles in vivo

La simulation in vivo, animale ou cadavérique, garantit des conditions de dissection et de saignement réalistes et permet de réaliser des séquences opératoires (77). Les poulets, moins coûteux, permettent de multiples simulations en début de CA. Les modèles plus fins et

coûteux, tels que les porcs, sont utilisés à un stade avancé de la CA pour s'entraîner aux tâches complexes (AUV, dissection du col vésical...) (78). Les tissus animaux ex vivo permettent de réaliser des sutures (79). Les cadavres sont la simulation la plus réaliste notamment pour des tâches complexes (77).

IV.1.3.1.3. Le module non technique

Le module non technique développe les compétences sociales (communication, leadership...) cognitives (vigilance situationnelle), psychologiques (gestion du stress), organisationnelles. La communication se fait sous forme de check-lists en trois phases : préopératoire (patient, robot...), opérationnelle et post-opératoire (retrait, turnover...). La communication opérationnelle est nominative en boucle fermée, le destinataire réitérant la demande (76).

IV.1.3.2. La formation clinique

IV.1.3.2.1. L'observation chirurgicale

L'observation d'interventions au bloc permet d'appréhender la technique et la stratégie opératoires. En l'absence d'expert institutionnel, les proctors sont un réseau d'experts, identifiés par Intuitive Surgical, constituant une ressource dans la mise en œuvre du programme et pouvant les accueillir au bloc. Ils peuvent aussi échanger sur des aspects techniques ou organisationnels (77).

IV.1.3.2.2. L'assistance chirurgicale

L'assistance chirurgicale est la transition avant la pratique pour appréhender l'utilisation robotique en condition réelle, les stratégies opératoires et le rôle d'assistant pour optimiser la collaboration chirurgien-assistant future (72). Elle développe aussi l'orientation spatiale intra-abdominale.

IV.1.3.2.3. La pratique chirurgicale en compagnonnage

Le compagnonnage sur double console permet de réaliser l'intervention sous la supervision du mentor donnant des indications verbales ou réalisant des annotations à l'écran. La procédure est divisée en modules de compétence croissante, permettant de réaliser graduellement l'intervention à mesure que l'expérience augmente, jusqu'à la réaliser en autonomie. Chaque module doit être réalisé un certain nombre de fois. Le programme de l'ERUS divise ainsi la PTRRA en neuf modules (78) : le détachement de la vessie, l'incision du fascia endopelvien, la ligature du complexe veineux dorsal, l'incision du col vésical, la dissection des vésicules séminales et Vasa, la préparation et section du pédicule prostatique, la dissection des BNV, la dissection apicale, l'AUV.

IV.1.3.3. Les méthodes d'évaluation et d'accréditation

La progression dans le programme est basée sur les compétences, évaluées subjectivement par l'échelle globale GEARS comprenant six items (force exercée, efficacité, autonomie,

contrôle du robot, perception de profondeur, dextérité bi manuelle) ou objective (paramétrique sur simulateur) (77). L'accréditation certifie la compétence d'un chirurgien à réaliser une procédure donnée selon un haut niveau de performance. A l'issue de la formation, une intervention réalisée par le chirurgien est évaluée par l'expert institutionnel pour certifier la compétence à réaliser la procédure (78).

IV.1.3.4. L'intégration des nouveaux chirurgiens au programme robotique

En début de CA, les interventions sont attribuées selon les caractéristiques tumorales et du patient, pour que les cas complexes soient réalisés par des chirurgiens expérimentés. Avec l'expérience, les apprentis chirurgiens opéraient plus de tumeurs volumineuses pT3 ($p = 0,07$) ou à score R.E.N.A.L plus élevé ($p = 0,077$), et plus de patients morbides ($p < 0,01$) sans que cela n'impacte leur performance (69).

IV.1.4. La formation de l'équipe paramédicale

Le référentiel de compétences des IBODE intègre la « mise en œuvre des techniques et des pratiques adaptées à la chirurgie vidéo-assistée » en formation initiale. Aussi, ils bénéficient de formations sur la communauté Intuitive Surgical, en ligne ou dispensées par un commercial, ou encore à l'IRCAD. La formation au bloc repose sur la séquence observation-pratique supervisée par un IBODE expérimenté. Une formation continue sur les mises à jour logicielles et fonctionnelles du système est recommandée (40).

IV.2. L'équipe chirurgicale

IV.2.1. La composition de l'équipe chirurgicale

L'équipe chirurgicale comprend le chirurgien, son assistant, deux infirmiers de bloc opératoire (IBODE), un infirmier anesthésiste et un anesthésiste gérant deux à trois patients (80). Fong et al. soulignent la nécessité d'une équipe formée à l'utilisation du robot et d'une organisation rigoureuse (81).

IV.2.1.1. Le rôle des IBODE

Deux IBODE sont en salle, l'IBODE circulant et l'instrumentiste. Leur rôle, se décline en trois phases (préparatoire, interventionnelle, postopératoire) et est décrit dans des procédures rédigées par les IBODE référents en robotique. Ces derniers certifient la compétence des IBODE intégrant l'équipe robotique (80).

IV.2.1.1.1. La phase préparatoire

La préparation conditionne la salle, le robot et le patient. Les IBODE vérifient la disponibilité du matériel 2 jours ouvrables avant l'intervention à partir d'une liste spécifique de la procédure, puis le préparent sur un chariot la veille ouvrable (82). Un chariot de conversion est toujours

préparé. Le jour J, la préparation est coordonnée entre l'IBODE circulant et l'instrumentiste. L'IBODE circulant transfère le matériel dans le respect de la zone stérile et des zones de circulation, vérifie le fonctionnement de l'équipement (éclairage, table d'opération...) et du robot (mise en tension et autotest), puis accueille le patient. Après l'anesthésie, l'assistant et l'instrumentiste l'installent dans une position définie suivant la procédure et la position du robot, maintenue fixe par des contentions (épaulières, jambières) et des rembourrages antidérapants.



Figure 32 - Vue latérale d'une position de Trendelenburg

L'instrumentiste s'habille stérilement, pénètre en zone stérile, et drapage le chariot d'instrumentation. Les flux vers la zone stérile sont coordonnés entre l'IBODE circulant, à l'extérieur, et l'instrumentiste, à l'intérieur. Le premier déconditionne le matériel en marge de la zone stérile et le présente au deuxième qui le dépose sur la table drapée sans toucher l'emballage. La préparation cutanée du patient est réalisée et les zones hors-champ opératoire sont drapées. Alors que l'assistant et le chirurgien établissent l'abord, l'IBODE circulant déplace le robot en marge de la zone et présente successivement les bras à l'instrumentiste pour les housser stérilement. Le premier pousse alors le robot vers le patient, le second l'amarrant aux trocars. Les zones de frottements ou de compression du patient et les conflits sont identifiés, afin de corriger la position des bras.

IV.2.1.1.2. La phase interventionnelle

L'IBODE circulant coordonne la salle pour la sécurité du patient et la continuité du flux opératoire. De fait, il signale toute anomalie constatée à l'équipe. Il résout les dysfonctionnements mécaniques et/ou électriques du robot, parfois guidé par un ingénieur de la société en se connectant au robot. L'IBODE est apte à redémarrer le robot en cours d'intervention, vérifie son branchement après chaque déplacement. L'autonomie du chariot

patient est de 15 min après débranchement pour pouvoir le retirer. Il réassort le matériel en zone stérile à la demande de l'instrumentiste. Celui-ci dispense le matériel à l'assistant et change les instruments du robot, ce qui implique une maîtrise de la séquence opératoire pour limiter la communication verbale. Il gère les consommables en zone stérile selon le déroulement. Les IBODE doivent se tenir prêts à une conversion, connaissant la marche à tenir en situation d'urgence, et notamment les modalités de retrait rapide des instruments et du robot.

IV.2.1.1.3. La phase post-interventionnelle

Après l'opération, le robot et les trocars sont retirés du patient. Les IBODE reconditionnent la salle et dédrapent, nettoient, puis stationnent le robot dans la zone prévue à cet effet. Lorsque les sutures sont terminées, le patient est conduit en salle de réveil. Le consommable usagé est collecté puis jeté. Le matériel réutilisable (instruments, endoscope) est lavé au bloc par les aides-soignantes (AS), puis envoyé en stérilisation. Alors que les AS nettoient l'équipement et la salle, l'instrumentiste vérifie la disponibilité du matériel pour l'intervention suivante en concertation avec le chirurgien et l'assistant. Il manage le stock d'instruments robotiques, suivant les « vies » décomptées à chaque utilisation (83). Les défauts matériels sont déclarés en matériovigilance pour expertise et remboursement éventuel. Les IBODE s'attèlent ensuite à préparer l'intervention suivante (80).

IV.2.1.2. L'assistance chirurgicale

L'assistant est interne, chirurgien ou IBODE depuis le décret 2015-74 applicable au 1^{er} Janvier 2020 (80). Son rôle se décline en trois phases : préparatoire, interventionnelle, post-interventionnelle (84).

IV.2.1.2.1. La phase préparatoire

Une fois le patient positionné, il établit le pneumopéritoine avec le chirurgien par insufflation intra-abdominale de dioxyde de carbone jusqu'à maintenir une pression au seuil de 15 mmHg. L'abord se fait par la mise en place de quatre trocars, sous contrôle endoscopique, selon un mouvement de rotation avec contrôle de la profondeur pour ne pas léser les tissus adjacents (viscères, vaisseaux). Leur disposition est déterminée par l'organe cible et l'approche définie par le chirurgien. Ils sont suffisamment espacés pour prévenir les conflits entre les bras.



Figure 33 - Vues frontale haute et latérale de la mise en place des trocars dans le cadre d'une prostatectomie totale robot-assistée au CHU de Reims

Deux trocars laparoscopiques dédiés à l'assistant sont mis en place, suffisamment espacés des ports robotiques pour ne pas contraindre ses mouvements. Il amarre le robot en coordination avec l'IBODE circulant, solidarissant les bras et les trocars. La distance adéquate robot-patient est matérialisée par le repère bleu sur le bras optique et la profondeur d'insertion par l'alignement du repère noir des ports avec le fascia abdominal. Il vérifie l'absence de conflit inter-bras et de compression ou de frottement du patient. Il purge les ports pour réduire la tension fasciale pouvant léser ce dernier ou causer des mouvements parasites (84).

IV.2.1.2.2. La phase interventionnelle

IV.2.1.2.2.1. La communication

L'opérateur étant isolé de l'environnement opératoire, l'assistant a un rôle de signalement de tout événement entravant la sécurité ou le flux opératoire, afin qu'il s'adapte. La communication est nominative en boucle fermée, le destinataire réitérant la demande pour vérifier la compréhension. L'expression de l'assistant est audible et concise, telle que « conflit entre bras 2 et 3 » (84).

IV.2.1.2.2.2. L'assistance laparoscopique

L'assistant a deux ports de laparoscopie en triangulation avec l'optique pour optimiser le champ opératoire. Il expose les tissus par rétraction pour libérer un bras du robot. La rétraction mains-libres ou par suture pariétale n'utilise aucun bras. Sa sonde d'aspiration lui permet de collecter le sang et la fumée d'électrocoagulation par à-coups pour ne pas altérer le pneumopéritoine. Le dispositif d'accès péritonéal Airseal®, permet d'aspirer en continu en recyclant le gaz aspiré dans la cavité. Une fonction d'irrigation solubilise les gros caillots avant leur aspiration. Il assure l'hémostase mécanique en clippant les vaisseaux avant dissection. Il dispose aussi d'une agrafeuse tissulaire laparoscopique (84).



Figure 34 – Conditions d'installation de l'assistant lors d'un By-pass robot assisté au CHU de Poitiers

IV.2.1.2.2.3. L'assistance matérielle

L'accès au champ opératoire lui permet d'introduire du matériel (fils de suture, compresses...). Il remplace les instruments robotiques avec l'instrumentiste, selon une orientation sûre et en contrôlant la résistance tissulaire pour ne pas ponctionner les vaisseaux et viscères adjacents, éventuellement sous contrôle endoscopique en cas de localisation à risque. Il connaît la séquence chirurgicale pour anticiper les besoins de l'opérateur et assurer la continuité du flux opératoire (84).

IV.2.1.2.2.4. L'assistance technique

L'assistant manage les paramètres opératoires, notamment les dispositifs auxiliaires (insufflation, aspiration, générateur d'électrocoagulation...), et corrige les déviations identifiées. Si la pression péritonéale chute, il s'assure de l'étanchéité des ports, de la teneur en CO2 du réservoir (...). Il assure la liberté de mouvements du robot en dehors du patient, optimisant l'orientation des bras en cas de conflit externe, les réinitialisant au besoin, purgeant les trocarts. En cas d'instrument défectueux, il doit en déterminer la cause avec l'instrumentiste (reconnaissance, vies...) (84).

IV.2.1.2.2.5. La gestion des situations d'urgence

Les situations d'urgence sont identifiées au préalable et la conduite à tenir, décrivant le rôle de chacun, le matériel nécessaire, est protocolisée et maîtrisée de tous. Le matériel se trouve en salle, notamment les dispositifs hémostatiques de ligature (clips, sutures, agrafeuses) et de compression courants, ou dans une salle attenante. L'assistant peut majorer ponctuellement le pneumopéritoine pour contenir une hémorragie et permettre la réparation robotique de la lésion, tandis qu'il aspire continuellement le sang. Si la résolution est idéalement robotique, une conversion opportune est cruciale en termes de morbi-mortalité. Une conversion nécessite de libérer le patient. Dans le cas d'une hémorragie, l'assistant comprime laparoscopiquement la plaie pendant le retrait du robot et la préparation des moyens humains et matériels nécessaires. L'équipe anesthésique est avisée de la nécessité d'un monitoring continu. L'incision peut se faire dans l'axe d'un port robotique pour gagner du

temps. La normalisation de la pression à l'ouverture risque toutefois de majorer l'hémorragie (84).

IV.3. La salle d'intervention robotique

IV.3.1. Les dimensions de la salle d'intervention robotique

L'implantation du robot peut nécessiter des travaux de mise en conformité d'une salle d'intervention préexistante. Les superficies évoquées dans la littérature sont hétérogènes. Berman et al. (81) considèrent qu'elle doit intégrer les spécifications d'une salle d'intervention standard et des spécifications propres au robot chirurgical. Les standards définissent une surface minimale d'environ 37 mètres carrés (m²) en chirurgie générale. Cela représente les dimensions critiques logeant l'instrumentation, l'équipe chirurgicale, la table d'intervention et les chariots, le poste d'anesthésie et les rangements de médicaments et de matériel, ainsi que l'espace libre garantissant l'efficacité et la sécurité des flux matériels et humains. Une surface additionnelle d'une vingtaine de m² est nécessaire pour loger l'équipement robotique, assurer les déplacements du robot, et étendre la zone stérile pour loger le chariot patient. L'équipement robotique, constitué du chariot patient, de la colonne vidéo et de deux consoles, occupe une surface d'environ 13 m². Les dimensions des différents composants du robot sont décrites dans le tableau 9. Ainsi, ils préconisent une surface totale de 56 à 65 m² (81).

Tableau 7 - Les dimensions des différents composants du robot Da Vinci Xi®

Composant	Hauteur (cm)	Largeur (cm)	Profondeur (cm)	Surface (m ²)	Poids (kg)
Console chirurgien	145 - 187	97	87	0,844	264,0
Chariot patient	174 - 247	98	149	1,127	821,0
Colonne vidéo	145 - 178	68	93	0,632	258,5

Le CHU de Sherbrooke Québec a recensé les surfaces dans la littérature. La compagnie Minogue Medical Inc. préconise une surface de 37 m². Toutefois, Steers et al. décrivent une salle d'une superficie de 52 m² tandis que Corder et al. évoquent une surface de 65 à 67 m². Le CHU de Montréal dispose d'une salle d'environ 46 m² conformément aux nouveaux standards des blocs opératoires. Cette surface ne semble pas optimale et le stationnement du robot limite les possibilités d'utilisations non-robotiques de la salle. À l'inverse, le CHU de Québec, disposant d'une salle de 90 m², l'Hôpital général juif, disposant d'une salle de 70 m², ou encore l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal, disposant d'une surface de 74 m², réalisent des chirurgies non robotiques malgré le robot stationné en salle (85). Les chirurgiens consultés par la HAS considèrent la surface des blocs actuels adaptée à l'implantation des robots, dans

la mesure où les standards actuels prévoient, pour tout type d'intervention une surface de 45 m² minimum (40).

IV.3.2. La charge au sol du robot

Outre les aspects dimensionnels de la salle d'intervention accueillant le robot, il convient aussi de s'assurer que cette salle est en mesure d'accueillir le robot, notamment lorsque des mobilisations du robot sont envisagées les zones de circulation du robot. Comme indiqué dans le tableau 9, la console chirurgien pèse 264 kg, la colonne vidéo pèse 258.5 kilogrammes tandis que le chariot patient a un poids de 821 kg. L'élément le plus lourd est donc le chariot patient dont le poids avec un poids de 821 kg. Le chariot patient dispose de quatre roues, deux à l'avant dont la surface de contact au sol est de 22.19 cm², et deux à l'arrière dont la surface de contact au sol est de 10.32 cm². Le poids se répartit de manière hétérogène, puisque 65 % du poids du chariot patient est supporté par les roues avant, soit 533 kg, tandis que 35 % du poids est supporté par les roues arrières, soit 287 kg. Compte tenu de la surface de contact au sol des roues, la charge appliquée au sol est donc respectivement de 24 kg/cm² à l'avant du chariot et de 23 kg/cm² à l'arrière du chariot. Le service biomédical du CHU de Nantes avait du identifier avec précision quelle salle opératoire était en mesure d'accueillir le robot en toute sécurité.

IV.3.3. L'organisation de la salle

Berman et al. (81) ont proposé une cartographie d'une salle d'intervention robotique en configuration avec un robot Da Vinci Xi® à deux consoles. La salle est découpée en différentes zones, conditionnant les positions et les déplacements de chaque protagoniste. L'annexe 7 représente ce découpage en zones de la salle d'intervention robotique. La figure 35 est une représentation schématique de l'organisation d'une salle d'intervention robotique en configuration opératoire.

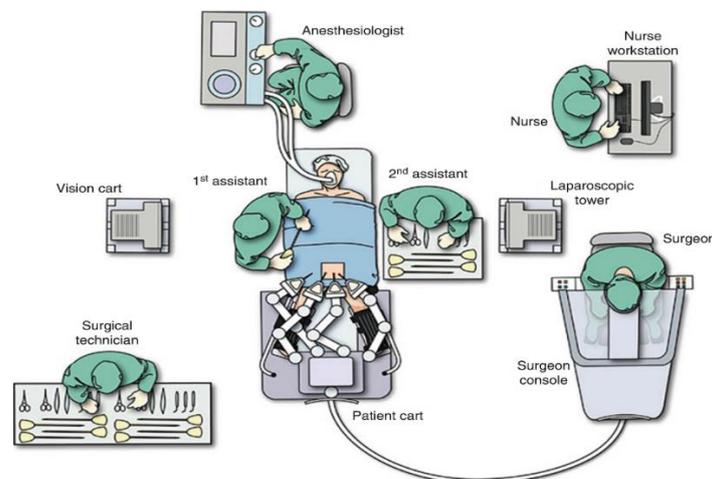


Figure 35 - Représentation schématique de l'organisation d'une salle d'intervention robotique (41)

Les zones s'organisent autour d'une zone stérile centrale, logeant la table d'intervention, les tables d'instrumentation, le chariot patient, ainsi que l'instrumentiste et l'aide-opérateur. Elle est légèrement plus grande que dans les salles standard du fait de la présence du robot auprès du patient. Une zone de circulation stérile, restreinte à ces deux protagonistes, borde la zone et permet de se déplacer autour de la table d'instrumentation. Auprès de la tête de la table d'intervention se trouve la zone d'anesthésie, logeant l'infirmier anesthésiste ainsi que les médicaments et le matériel d'anesthésie. La zone de stationnement du robot, comprend les deux consoles de contrôle de manière permanente et le chariot patient, hors créneaux interventionnels. Elle doit être équipée d'au moins trois prises de courant électrique pour maintenir branchés ces trois éléments pour maintenir la pile interne pleine. Un espace libre entre cette zone et la zone stérile, permet d'amarrer le robot au patient selon différents angles de manière à assurer différents abords anatomiques. Depuis sa console de contrôle, le chirurgien dispose d'une vue dégagée sur la table d'intervention, idéalement de face. Ce dernier, une fois l'amarrage réalisé, quitte la zone stérile, en se délestant de l'habillage stérile, pour se rendre à la console de télémanipulation. Une quatrième zone, latérale et non stérile, comprend le poste de travail de l'IBODE circulant et différents rangements de médicaments et de matériel. Des couloirs de circulation non stériles bordant la zone stérile permettent des flux humains et matériels efficaces et sécuritaires. Les câbles du robot sont protégés de manière que personne ne glisse dessus ou ne les endommage. La position des branchements limite la tension des câbles d'alimentation du robot. L'éclairage a les mêmes spécifications qu'en LC. Son intensité est modulable, pour être suffisamment claire durant les phases de préparation et de nettoyage et à l'inverse, être réduite au minimum durant l'intervention, afin de garantir les meilleures conditions visuelles à l'opérateur, tout en permettant la circulation en salle. La salle dispose d'un réseau mural de CO₂ pour l'insufflation. Les moniteurs sont fixés au plafond (81). Le rapport de la HAS souligne qu'il est préférable que la salle soit exclusivement dédiée à l'activité robotique. Si ce n'est pas le cas, le robot doit être stationné dans une partie de la salle sans entraver le déroulement des interventions non-robotiques. Si l'utilisation du robot est pluridisciplinaire, l'aménagement de la salle devra répondre aux exigences des différentes spécialités concernées (40).

V. La tarification à l'activité

V.1. Le Programme de médicalisation des systèmes d'informatisation

Dans le cadre du programme de médicalisation des systèmes d'informatisation en médecine, chirurgie, obstétrique (MCO), la classification médico-économique des séjours hospitaliers MCO des secteurs privé et public en groupes homogènes de malades (GHM) est devenue obligatoire. Depuis la mise en œuvre de la tarification à l'activité (T2A) en 2005, le financement d'un séjour hospitalier MCO est conditionné par l'activité déclarée par l'établissement, soit la classification en GHM de ce séjour (86).

V.2. La classification des séjours en groupes homogènes de malades

V.2.1. La définition d'un groupe homogène de malades

Les GHM sont constitués d'un groupe de patients bénéficiant d'une prestation hospitalière homogène durant leur séjour. La consommation de ressources hospitalières est donc considérée homogène d'un patient à l'autre au sein d'un GHM. Le groupe homogène de séjour (GHS) est la donnée facturable du GHM dans le cadre de la T2A. Un GHM comprend un ou plusieurs GHS (87).

V.2.2. Les résumés de sortie standardisés

V.2.2.1. La définition d'un résumé de sortie standardisé

Les données permettant la classification en GHM d'un séjour sont recueillies à partir du résumé de sortie standardisé (RSS) par un logiciel de codage. L'ensemble des tests interrogeant le RSS constitue l'algorithme ou l'arbre décisionnel de la classification. Pour tout séjour d'un patient dans une unité d'hospitalisation de MCO, le service d'information médicale (SIM) de l'établissement produit un résumé d'unité médicale (RUM). A l'issue du séjour hospitalier, le résumé de sortie standardisé (RSS) est la synthèse chronologique des RUMs de chaque unité médicale ayant hébergé le patient. Un RUM est identifié par un numéro de RSS commun à tous les RUMs de l'épisode (87).

V.2.2.2. Les informations d'un résumé de sortie standardisé

Le RSS comprend des informations d'ordre médical, démographique, administratif et de prise en charge. Les informations médicales sont le diagnostic principal motivant l'hospitalisation, ainsi que les diagnostics reliés et/ou associés, codifiés selon la classification internationale des maladies (ou CIM-10). Les informations de prise en charge sont les actes réalisés durant le séjour codifiés selon la classification commune des actes médicaux (CCAM). La codification de ces données permet leur traitement automatisé par le logiciel de groupage (87).

V.2.3. Les principes de la classification en groupe homogène de malades

Le GHM est une suite de caractères alphanumériques à quatre niveaux de classification. Les cinq premiers caractères constituent la racine, tandis que le dernier traduit le niveau de sévérité de la prise en charge. Le premier niveau de classification est la catégorie majeure diagnostique (CMD) retenue suivant le diagnostic principal, ou diagnostic motivant le séjour. Par exemple, si le diagnostic principal est une tumeur rénale, la catégorie majeure diagnostique retenue sera la CMD 11 « Affection du rein et des voies urinaires ». En cas de séjour multi-unités, possiblement avec des diagnostics principaux différents, la fonction de groupage ne retiendra qu'un seul DP pour le RSS. Le logiciel de groupage recherche ensuite un éventuel acte classant spécifique de la CMD identifiée susceptible de classer le séjour dans un groupe chirurgical fonction de la nature de l'intervention. En l'absence d'acte classant, l'épisode est classé dans un groupe dit médical. Le troisième niveau correspond au numéro de la pathologie principale au sein de la CMD identifiée. Par exemple, dans le cas d'une néphrectomie partielle consécutive à une tumeur rénale, qui est un acte classant, la racine du GHM est 11C02. Les autres informations, notamment les diagnostics associés qui traduisent des comorbidités préalables ou contemporaines du séjour, sont ensuite testées par le logiciel de codage pour affiner le classement. Le dernier caractère du GHM traduit ainsi le niveau de sévérité de la prise en charge de 1 à 4, impliquant des allocations budgétaires croissantes (87).

V.3. L'étude nationale des coûts

Dans le cadre de la T2A, les tarifs de l'ensemble des GHM, ou GHS, sont basés sur les coûts moyens de prise en charge calculés dans l'étude nationale des coûts à méthodologie commune (ENC). Sous l'égide de l'agence technique de l'information sur l'hospitalisation (ATIH), quarante-cinq à cinquante établissements de santé MCO participent à l'ENC sous forme de campagnes annuelles. Les établissements fournissent une comptabilité analytique exhaustive des ressources hospitalières consommées pour chaque séjour patient. Ces données permettent l'élaboration de référentiels de coûts par GHM. Cet outil, publié à l'issue de chaque campagne sur ScanSanté, est également utile aux établissements de santé pour situer leur coûts. Les coûts sont décomposés en six postes de dépenses (86), (88) :

- Les charges directement liées à l'activité médicale et directement affectables au séjour : les charges directes (dispositifs médicaux, médicaments...)
- Les charges directement liées à l'activité médicale mais non affectables au séjour : activités cliniques, plateau médico-technique, logistiques médicale ;

- Les charges non liées directement à l'activité médicale et non affectables au séjour : frais de logistique et de gestion générale, frais de structure

VI. La méthodologie de l'étude

VI.1. Le contexte de l'étude

Le CHU de Nantes possède un robot Da Vinci® Xi de quatrième génération à double console de télémanipulation. Une salle du bloc opératoire, où le robot est stationné en permanence, est quasiment exclusivement dédiée à cette activité. Les vacations chirurgicales robotiques se répartissent entre différentes spécialités : l'urologie principalement ainsi que les chirurgies viscérale, gynécologique, oto-rhino-laryngologique (ORL) et pédiatrique. Depuis l'acquisition du premier robot en 2008, l'activité robotique annuelle n'a cessé de croître pour atteindre 366 interventions en 2018. Une légère inflexion a été observée en 2019, avec 354 interventions soit une baisse de 3,3% par rapport à 2018. Une baisse significative du nombre d'interventions a également été constatée durant le premier semestre 2020 dans le contexte de déprogrammation chirurgicale consécutif à l'épidémie de Coronavirus. L'augmentation de la demande chirurgicale vis-à-vis du robot Da Vinci®, se traduisant par un délai de programmation moyen de 83 jours toutes indications confondues, et la volonté de rentabiliser cette technique suscitent des réflexions pour optimiser l'efficacité du programme robotique. Dans ce contexte, Monsieur le Professeur Rigaud nous a sollicités afin d'évaluer l'impact économique de la chirurgie urologique robot-assistée au CHU de Nantes, mais aussi la variabilité de la consommation de ressources matérielles, notamment robotiques, et humaines d'un opérateur à un autre pour une même indication chirurgicale robot-assistée.

VI.2. La description de l'étude

VI.2.1. Les objectifs de l'étude

Cette étude vise à déterminer l'ensemble des ressources consommées lors d'un séjour hospitalier dans le cadre d'une PTR, dans le cadre d'une CRA et dans le cadre d'une NPR. Ainsi, nous avons étudié la variabilité inter-opérateurs de la consommation des ressources, au regard de leur expérience, pour une indication donnée. L'objectif secondaire est d'identifier les principaux postes de dépenses associés à ces techniques chirurgicales. Aussi, nous avons entrepris la modélisation d'une stratégie d'optimisation de l'efficacité et des coûts directs totaux de la chirurgie urologique robot-assistée au regard des capacités techniques, humaines et organisationnelles du CHU de Nantes.

VI.2.2. La typologie de l'étude

Nous avons mené une étude observationnelle prospective monocentrique, au sein du service de chirurgie urologique du CHU de Nantes, du 15 Janvier 2020 au 31 Août 2020. Compte tenu de la perte importante de cas dans le contexte de déprogrammation chirurgicale consécutif à l'épidémie de coronavirus, nous avons aussi réalisé une étude rétrospective du 1^{er} Janvier 2018 au 31 Décembre 2018 dans ce même service de chirurgie urologique.

VI.2.3. Les critères d'inclusion de l'étude

Concernant l'étude rétrospective, ont été inclus tous les patients ayant bénéficié d'une PTRA, d'une NPRA ou d'une CRA en 2018. Concernant l'étude prospective, les patients ayant bénéficié d'une PTRA, d'une NPRA ou d'une CRA entre janvier 2020 et août 2020 et pour lesquels une fiche de recueil a été complétée par les IBODE ont été inclus.

VI.2.4. Les critères d'exclusion

Les autres interventions urologiques robot-assistées, ainsi que les interventions robot-assistées relevant d'autres spécialités chirurgicales (chirurgies viscérale, gynécologique, ORL et pédiatrique) pratiquées au CHU de Nantes n'ont pas été incluses dans cette étude. Dans le cas des interventions urologiques, les interventions autres que les PTRA, les NPRA et les CRA ne disposaient pas d'un volume d'intervention annuel suffisant.

VI.2.5. Le matériel de l'étude

Toutes les interventions ont été réalisées sur le robot Da Vinci® Xi à double console.

VI.2.6. L'équipe chirurgicale

Les opérateurs sont des chirurgiens expérimentés intervenant seuls ou des chirurgiens en début de courbe d'apprentissage opérant sous la supervision d'un chirurgien mentor en télécompagnonnage. L'équipe chirurgicale se compose d'un assistant laparoscopique, qui est habituellement un interne, ainsi que de deux IBODE. L'équipe d'anesthésie se compose d'un IADE et d'un médecin anesthésiste supervisant deux à trois patients simultanément. Une équipe d'ASH intervient dans la préparation préopératoire et le bionettoyage post-opératoire.

VI.3. Le recueil de données

VI.3.1. Le recueil de données

Nous avons élaboré une fiche de recueil en concertation avec Monsieur le Professeur Rigaud et le référent infirmier en chirurgie robot-assistée. Pour chaque patient inclus en prospectif, un IBODE a complété une fiche de recueil anonymisée. Elle comprend des informations administratives et physiopathologiques sur le patient, des informations techniques et temporelles relatives à l'intervention, ainsi qu'une comptabilité analytique de l'ensemble des ressources opératoire consommées. Les données relatives au séjour sont renseignées à partir des données du programme de médicalisation des systèmes d'information. Un exemplaire de cette fiche de recueil est disponible en annexe 35. Concernant l'étude rétrospective, les informations administratives relatives au patient, la date d'admission ainsi que le motif d'hospitalisation ont été documentés à partir de l'extraction des données de programmation hebdomadaires en chirurgie urologique en 2018. Le dossier patient informatisé (DPI) Millenium® et Clinicom®, les données de recettes fournies par le service d'information

médicale (SIM) du CHU de Nantes, ainsi que les données de facturation fournies par la direction des affaires financières (DAF) du CHU de Nantes ont été analysées.

VI.3.2. Les données relatives au patient

VI.3.2.1. Les données administratives

L'identifiant permanent du patient (IPP), son sexe et sa date de naissance permettent de l'identifier anonymement et ainsi d'accéder au DPI sur le logiciel Millenium® et sur Clinicom®. Le numéro de séjour, ou numéro RSS, permet d'identifier l'épisode d'hospitalisation associé à l'intervention robot-assistée ont été communiqués ultérieurement au SIM et à la DAF pour extraction des données relatives au séjour.

VI.3.2.2. Les données physiopathologiques

L'âge, le sexe, le poids (en kg), l'indice de masse corporelle (IMC) (en kg/m²), le score de l'American society of Anesthesiologists (ASA) traduisant l'état de santé préopératoire du patient, ainsi que la clairance rénale estimée selon la formule CKD-EPI (en mL/min/1,73m²) sont renseignés par l'IBODE et complétés par le compte-rendu de consultation d'anesthésie.

VI.3.3. Les données relatives à la maladie

Les données relatives à la maladie sont issues du DPI, ainsi que du compte-rendu de l'examen anatomopathologique réalisé sur la pièce de résection tumorale disponible sur Clinicom®.

VI.3.3.1. Les tumeurs de la prostate

Pour les tumeurs de la prostate, la zone de développement, la focalité et la taille de la tumeur et la présence ou non de marges chirurgicales positives (MCP) lors de l'examen anatomopathologique de la pièce de résection ont été décrits. Le taux de PSA préopératoire (en ng/mL), le score histopronostique de Gleason et le stade TNM ont aussi été décrits.

VI.3.3.2. Les tumeurs de la vessie

Dans le cas des tumeurs de la vessie, la localisation, la focalité, la taille de la tumeur, ainsi que la présence ou non de MCP lors de l'examen anatomopathologique de la pièce de résection tumorale ont été rapportés. Nous avons aussi documenté son type histologique, son grade, l'infiltration ou non du muscle vésical ainsi que son stade TNM.

VI.3.3.3. Les tumeurs rénales

Dans le cas des tumeurs rénales, la latéralité, la localisation, la focalité, la taille de la tumeur, ainsi que la présence ou non de MCP lors de l'examen anatomopathologique de la pièce de résection ont été rapportés. Nous avons aussi documenté le type histologique, le grade nucléolaire de l'International Society of Urologic Pathology (ISUP), ainsi que le stade TNM.

VI.3.3.4. Les vessies neurogènes

Dans le cas des vessies neurogènes, l'étiologie et la physiopathologie sont documentés à partir du DPI sur Millenium®.

VI.3.4. Les données relatives à la chirurgie

Les données relatives à la chirurgie sont issues de la fiche de recueil dans le cadre de l'étude prospective, ainsi que des comptes-rendus opératoire et d'anesthésie sur le DPI Millenium®.

VI.3.4.1. Les données préopératoires

VI.3.4.1.1. L'indication chirurgicale

Les patients bénéficiant d'une PTRA sont porteurs d'un cancer de la prostate. Les patients bénéficiant d'une NPRA sont porteurs d'un cancer du rein. Les patients bénéficiant d'une CRA sont porteurs d'une tumeur vésicale ou d'une vessie neurogène. Les indications chirurgicales oncologiques ont été retenues en réunion de concertation pluridisciplinaire.

VI.3.4.1.2. L'expérience de l'opérateur

Monsieur le Professeur Rigaud tient un registre des interventions robot-assistées réalisées au CHU de Nantes, depuis le lancement du programme robotique. Le nombre d'interventions réalisées pour un chirurgien donné dans une indication chirurgicale considérée est renseigné à partir de ce registre, afin de mesurer l'impact de la courbe d'apprentissage sur la consommation peropératoire de ressources et sur la durée opératoire.

VI.3.4.2. Les données peropératoires

VI.3.4.2.1. La technique chirurgicale

Les informations relatives à la technique opératoire et à l'abord chirurgical sont issues de la fiche de recueil et du compte-rendu opératoire (CRO) accessible sur Millenium®.

VI.3.4.2.1.1. La prostatectomie totale

Dans le cas d'une PTRA, l'abord prostatique est réalisé par voie antérograde sous-ombilicale en open-coelioscopie. La réalisation ou non d'un curage ganglionnaire est documentée, ainsi que son éventuelle extension. La préservation ou non des BNV, unilatérale ou bilatérale, est également documentée.

VI.3.4.2.1.2. La cystectomie totale

Dans le cas d'une CRA, le geste chirurgical est conditionné par le sexe du patient et son âge. Chez la femme, une pelvectomie antérieure emportant la vessie, l'utérus et la paroi antérieure du vagin, ou une cystectomie totale (CT) seule peut être réalisée. Chez l'homme, il peut s'agir d'une cystoprostatectomie totale (CPT), emportant la vessie et la prostate, ou d'une CT. L'abord de la loge vésicale est réalisé par voie antérograde sous-ombilicale en open-coelioscopie. Pour les interventions relevant d'indications oncologiques, la réalisation ou non d'un curage ganglionnaire est documentée, ainsi que son éventuelle extension. La

préservation ou non des BNV, unilatérale ou bilatérale, est également documentée dans le cas d'une CPT. La technique de dérivation extracorporelle des urines est décrite d'après le CRO et la fiche de recueil. Il peut s'agir d'une entérocystoplastie d'agrandissement ou de remplacement, ou d'une dérivation urinaire externe non continente de type Bricker.

VI.3.4.2.1.3. La néphrectomie partielle

Dans le cas d'une NPRA, l'abord de la loge rénale est réalisé par voie antérograde transpéritonéale ou rétropéritonéale rétrograde par lomboscopie. La réalisation ou non d'un curage ganglionnaire est décrite, ainsi que son extension d'après le CRO.

VI.3.4.2.2. Les données temporelles

Les heures d'ouverture de salle, d'arrivée du patient, de début et de fin de procédure, de sortie du patient sont récupérées à partir de la fiche de recueil et du compte-rendu d'anesthésie. Ainsi nous avons décomposé la phase préparatoire, comprenant la préparation de la salle, puis la préparation anesthésique et l'installation du patient et du robot, et la phase interventionnelle. La durée du nettoyage post-opératoire a été déterminée auprès des IBODE et des ASH.

VI.3.4.2.3. Les indicateurs de performance

Dans le cas des NPRA, la durée d'ischémie chaude, soit le temps de clampage du pédicule vasculaire rénal, est aussi rapportée.

VI.3.5. La comptabilité des ressources consommées

La comptabilité des ressources opératoires humaines et matérielles a été réalisée.

VI.3.5.1. Les ressources humaines opératoires

Le nom, la fonction et les heures d'arrivée et de départ de chacun des intervenants en salle d'intervention ont été rapportés. La différence entre l'heure de sortie et l'heure d'arrivée en salle détermine le temps de présence de chaque protagoniste. Les professions représentées sont médicales et chirurgicales (professeur universitaire – praticien hospitalier, praticien hospitalier, chef de clinique assistant, interne) et paramédicales (infirmier de bloc opératoire diplômé d'état, aide-soignant). Les salaires horaires moyens pour chaque profession représentée ont été fournis par la DAF. Pour une intervention donnée, le coût en ressources humaines d'un intervenant donné est le produit de son salaire horaire par son temps de présence en heure(s) en salle d'intervention. Dans le cadre de l'étude rétrospective, les coûts chirurgicaux ont été fournis par la DAF. Ils correspondent au poste de dépenses chirurgicales.

VI.3.5.2. Les coûts anesthésiques

Les coûts anesthésiques ont été calculés au prorata du temps de prise charge anesthésique du patient. Le coût anesthésique horaire communiqué par la DAF, comprenant les coûts en personnel anesthésique et en médicaments est de 208.76 euros TTC. Le coût anesthésique

pour un patient donné est le produit du coût horaire par le temps de prise en charge anesthésique. Dans le cadre de l'étude rétrospective, les coûts anesthésiques ont été fournis par la DAF. Ils correspondent au poste de dépenses anesthésie.

VI.3.5.3. Les ressources matérielles opératoires

VI.3.5.3.1. L'équipement robotique

Le coût d'acquisition, la durée d'amortissement et le coût de maintenance annuelle du robot chirurgical Da Vinci Xi®, font l'objet d'un contrat avec la société Intuitive Surgical. Le coût en équipement robotique par intervention robot-assistée, estimé à 1454.3 euros TTC toutes taxes comprises (TTC) en 2018, est donné par la formule ci-dessous :

$$\text{Coût} = \frac{\text{Prix d'acquisition}}{\text{Durée amortissement} * \text{Nombre de cas par an}} + \frac{\text{Coût maintenance annuelle}}{\text{Nombre de cas par an}}$$

VI.3.5.3.2. Le matériel à usage unique

Concernant les dispositifs médicaux (DM) à usage unique, la fiche de recueil comprend un inventaire exhaustif du matériel non-robotique consommé en chirurgie urologique robot-assistée. Chaque DM inventorié est caractérisé par sa dénomination, sa référence et le nom de son fournisseur. Afin de faciliter la lecture de la fiche de recueil, les DM sont regroupés par catégorie. Le matériel non-robotique comprend ainsi le matériel laparoscopique (matériel d'incision et d'insufflation, d'aspiration, clips, ...) le matériel de préparation cutanée, les drapages, les hémostatiques (...). Le prix unitaire d'un DM donné est le prix TTC renseigné sur le logiciel Pharma®. Durant l'intervention, l'IBODE indique le nombre d'unités de chaque DM consommées. Dans le cas de l'étude rétrospective, le coût du matériel chirurgical a été fourni par la DAF et correspond au poste de dépenses « autres consommables médicaux ».

VI.3.5.3.3. Le matériel réutilisable

VI.3.5.3.3.1. Les coûts en instruments robotiques

La fiche de recueil comprend un inventaire de l'ensemble des instruments robotiques commercialisés par Intuitive Surgical au marché au CHU de Nantes à la date d'élaboration de la fiche de recueil. Durant l'intervention, l'IBODE indique le nombre d'unités de chaque DM consommées. Nous avons aussi consulté le site « davincisurgerycommunity.com » afin de connaître pour un créneau opératoire donné, les instruments robotiques ayant été consommés. Le prix d'une utilisation est le prix unitaire TTC de l'instrument renseigné sur Pharma® divisé par le nombre d'utilisations théoriques de cet instrument.

VI.3.5.3.3.2. Les coûts de stérilisation des dispositifs médicaux réutilisables

La stérilisation des instruments robotiques et de coelochirurgie est réalisée à l'autoclave tandis que les optiques sont stérilisés à basse température. Le coût de prise en charge en stérilisation des instruments et des optiques a été communiqué par l'USC.

VI.3.6. Les données relatives au séjour

Le numéro du résumé de sortie standardisé a été transmis au SIM et à la DAF du CHU de Nantes pour extraction des données administratives, médicales et financières issues du PMSI.

VI.3.6.1. Les dépenses du séjour

Les données de facturation relatives au séjour, extrapolées à partir des coûts nationaux renseignés dans l'ENC suivant le GHM codé, ont été communiquées par la DAF. Les coûts de séjours sont découpés par postes de dépenses. Les coûts de séjour en unités de soins cliniques, correspondant au poste de dépenses cliniques, les coûts réanimatoires et les coûts critiques sont ventilés par la DAF suivant la durée de séjour du patient respectivement en unités cliniques, réanimatoires et critiques. Les coûts médico-techniques incluent notamment les dépenses chirurgicales, anesthésiques. Les coûts en DM et autres consommables médicaux sont compris dans les charges directes. Nous avons remplacé les frais d'amortissement du robot par la valeur calculée par nos soins dans les données de la DAF. Les coûts logistiques, incluant la logistique générale et la logistique médicale, sont ventilés suivant la durée du séjour. Des frais de structure sont appliqués pour chaque séjour.

VI.3.6.2. Les recettes du séjour

La durée de séjour et le GHM côté, déterminant un GHS, ont été fournis par le SIM pour chaque séjour. Le tarif associé au GHM identifié a ensuite été récupéré à partir du fichier des tarifs de GHS disponible sur le site de l'ATIH applicables à la date du séjour considéré.

VI.3.6.3. Le différentiel entre coût et recette du séjour

Le différentiel entre le coût total direct et les recettes perçues par l'hôpital pour un séjour donné détermine un bénéfice ou une perte financière.

VI.4. Analyse statistique

Concernant la modélisation de l'impact de certains facteurs sur le coût de la prise en charge, le coût global a été découpé en postes de dépenses pour l'ensemble des séjours. La modélisation a été réalisée en appliquant des variations des postes de dépenses compatibles avec les données opératoires et de séjour observées dans le cadre notre étude. La comparaison entre les différents groupes a été réalisée à l'aide des tests de comparaison de moyennes (Student ou Wilcoxon en fonction de la distribution) pour les variables quantitatives.

Le seuil de significativité a été fixé à 5 % bilatéral pour tous les tests utilisés. L'analyse statistique a été réalisée sur le site Biostat TGV.

VII. Résultats

VII.1. Les cystectomies robot-assistées

VII.1.1. Les données rétrospectives

VII.1.1.1. Les données médico-techniques

Au total, quarante-sept cystectomies robot-assistées (CRA) réalisées entre le 1^{er} Janvier 2018 et le 31 Décembre 2018 au CHU de Nantes ont été incluses dans notre étude rétrospective sur le versant médico-technique. Ces interventions ont été réalisées par cinq chirurgiens, intervenant seuls ou en télécompagnonnage sous la supervision d'un chirurgien plus expérimenté. Parmi les quarante-sept CRA incluses, trente-trois relèvent d'une indication fonctionnelle tandis que quatorze relèvent d'une indication oncologique. Trente-deux CRA sont des cystectomies totales (CT), alors que les quinze autres sont des cystectomies supra-trigonales. Quatorze des trente-deux CT sont associées à une prostatectomie totale, tandis qu'une CRA est associée à une ovariectomie. Une CT est réalisée conjointement à une cure de fistule vésicovaginale et à une résection d'intestin grêle. Une autre CT est réalisée conjointement à une libération nerveuse. Enfin, deux CRA sont réalisées dans le cadre d'une pelvectomie antérieure. Les caractéristiques anesthésiques et physiopathologiques préopératoires des quarante-sept patients sont décrites respectivement dans les annexes 8 et 9. Les données opératoires temporelles, techniques et matérielles relatives à ces quarante-sept CRA sont rapportées en annexe 10.

VII.1.1.2. Les données économiques relatives aux cystectomies robot-assistées

VII.1.1.2.1. L'échantillon de cystectomies robot-assistées

Trente-sept des quarante-sept CRA réalisées entre le 1^{er} Janvier 2018 et le 31 Décembre 2018 ont été analysées économiquement sur la base des données fournies par le service d'information médicale et la direction des affaires financières (DAF) du CHU de Nantes. Parmi celles-ci, dix CRA relèvent d'une indication oncologique tandis que vingt-sept relèvent d'une indication fonctionnelle. Treize des trente-sept interventions analysées sur le versant économique sont des cystectomies supra-trigonales, alors que neuf sont des cysto-prostatectomies totales et quinze sont des CT seules. Par ailleurs, une CRA incluse est associée à une ovariectomie, tandis qu'une autre a été réalisée dans le cadre d'une pelvectomie antérieure.

VII.1.1.2.2. La classification en groupes homogènes de malades des cystectomies robot-assistées

La classification en groupe homogène de malades (GHM) des trente-sept séjours associés aux CRA est rapportée dans le tableau 10.

Tableau 8 - La classification des séjours associés aux cystectomies robot-assistées

Indications oncologiques (n=10)	
-11C021	3
-11C022	4
-11C023	3
Indications fonctionnelles (n=27)	
-11C031	1
-11C032	10
-11C033	9
-11C034	5
-11C042	1
-01M32Z	1

Les séjours associés aux CRA se classent dans deux types de GHM suivant qu'il s'agisse d'une indication fonctionnelle ou oncologique. Les CRA fonctionnelles se classent dans les GHM 11C021 à 11C023, 11C042 et 01M32Z, tandis que les CRA oncologiques se classent dans les GHM 11C031 à 11C034, 11C042 et 01M32Z.

VII.1.1.2.3. Les coûts et les recettes moyens des cystectomies robot-assistées

Les coûts, les recettes et les différences moyens sont rapportés globalement et par indication dans le tableau 11. Ils sont décrits par GHM pour les CRA oncologiques (11C021, 11C022, 11C023) dans le tableau 12. Ils sont décrits par GHM pour les CRA fonctionnelles (11C031, 11C032, 11C033, 11C034, 11C042, 01M32Z) dans le tableau 13. Ils sont également décrits pour les dérivations urinaires continentales par Bricker d'une part et pour les dérivations urinaires par entérocystoplastie d'agrandissement ou de remplacement d'autre part, indépendamment de l'indication dans le tableau 14.

Tableau 9 - Les coûts et recettes des séjours associés aux cystectomies robot-assistées par indication en euros TTC

Indication	Globale	Oncologique	Fonctionnelle	P-Value
Effectif	37	10	27	NA
Coût GHS	11366.8 [8711.7 ; 14021.8]	13082.8 [11083.5. 15082.0]	10731.2 [8118.8 ; 13343.6]	8.3 ^E -3

Recette GHS	9784.2 [6509.3 ; 13059.0]	9420.3 [7244.4 ; 11596.3]	9918.9 [6293.9 ; 13543.9]	0.69
Différence	-1582.6 [-4678.6. 1513.4]	-3662.5 [-5728.8 ; -1159.3]	-812.3 [-1215.1 ; -285.0]	8.7 ^E -3
P-value	1.7 ^E -2	1.0 ^E -3	0.35	NA

Tableau 10 - Les coûts et recettes associés aux cystectomies robot-assistées oncologiques par groupe homogène de malades eu euros TTC

GHM	11C021	11C022	11C023
Effectif	3	4	3
Coût GHS	11338.9 [9048.4 ; 13629.3]	14477.1 [12833.2 ; 16121.1]	12967.6 [12502.5 ; 13432.7]
Recette GHS	6906,6 [6906.6 ; 6906.6]	9207,7 [9188.0 ; 9227.5]	12217,6 [12217.6 ; 12217.6]
Différence	-4432.3 [-6722.7 ; -2141.9]	-5269.4 [-6893.8 ; -3645.0]	-750.0 [-1215.1 ; -285.0]
P-value	7.8E-2	7.7E-3	0.11

Tableau 11 - Les coûts et recettes associés aux cystectomies robot-assistées fonctionnelles par groupe homogène de malade en euros TTC

GHM	11C031	11C032	11C033	11C034	11C042	01M32Z
Effectif	1	10	9	5	1	1
Coût GHS	10154.8	9770.8 [8226.5 ; 11315.1]	10806.2 [9387.6 ; 12224.9]	13618.0 [9302.2 ; 17933.8] 17496.9]	7278.8	9254.8
Recette GHS	4006.69	6913,5 [6913.5 ; 6913.5]	11117,6 [11098.8 ; 11136.3]	15866.1 [14684.0 ; 17048.2]	5334.99	9945.4

Différence	-6148.1	-2857.3 [-4401.6 ; -1313.0]	311.3 [-1108.6 ; 1731.2]	2248.1 [-1617.9 ; 6114.1]	-1943.8	690.7
P-value	NA	2.4E -4	0.52	0.34	NA	NA

Tableau 12 - Les coûts et recettes associés aux cystectomies robot-assistées par type de dérivation urinaire en euros TTC

Dérivation urinaire	Globale	Bricker	Enterocystoplastie	P-Value
Effectif	37	24	13	NA
Coût GHS	11366.8 [8711.]	11673.7 [8181.2 ; 15166.2]	9902.2 [7666.2 ; 12138.2]	9.6 ^E -3
Recette GHS	9784.2 [6509.3 ; 13059.0]	9970.5 [6299.6 ; 13641.4]	8673.2 [5239.5 ; 12107.0]	0.13
Différence	-1582.6 [-4678.6. 1513.4]	-1703.2 [-5175.7 ; 1769.3]	-1229.0 [-3392.9 ; 935.0]	0.62
P-value	1.7 ^E -2	0.04	0.29	NA

L'analyse des coûts et des recettes des séjours hospitaliers associés aux CRA révèle une balance moyenne négative de 1582.6 euros TTC significative ($p < 0.05$). Cette balance diffère toutefois suivant qu'il s'agisse d'une indication fonctionnelle ou oncologique. Pour les CRA oncologiques, la balance moyenne des séjours est significativement négative (3662.5 euros TTC, $p < 0.05$), tandis que les séjours associés aux CRA fonctionnelles présentent une balance négative non significative (812.3 euros TTC, $p=0.35$). Le coût moyen de prise en charge hospitalière d'une CRA oncologique (13082.8 euros TTC) est significativement plus élevé ($p < 0.05$) que celui d'une CRA fonctionnelle (10731.2 euros TTC). La balance des séjours associés à une CRA avec Bricker est significativement déficitaire ($p < 0.05$), tandis que celle des séjours associés à une CRA avec entérocystoplastie n'est pas significativement déficitaire. Le coût de prise en charge hospitalière d'une CRA avec dérivation urinaire par Bricker est significativement supérieur est celui d'une CRA avec dérivation urinaire par entérocystoplastie ($p < 0.05$).

VII.1.1.2.4. Les postes de dépenses moyens des cystectomies robot-assistées

Les principaux postes de dépenses des séjours des CRA sont décrits en annexe 11 de manière globale et par indication oncologique ou fonctionnelle. Les principaux postes de dépenses des séjours associés aux CRA oncologiques sont décrits par GHM en annexe 12. Les principaux postes de dépenses des séjours associés aux CRA fonctionnelles sont décrits par GHM en annexe 13. Les figures 36 et 37 représentent l'évolution de ces postes de dépenses par GHM respectivement dans les indications oncologiques et fonctionnelles

Figure 36 - L'évolution des principaux postes de dépenses des cystectomies robot-assistées oncologiques par groupe homogène de malades en euros TTC

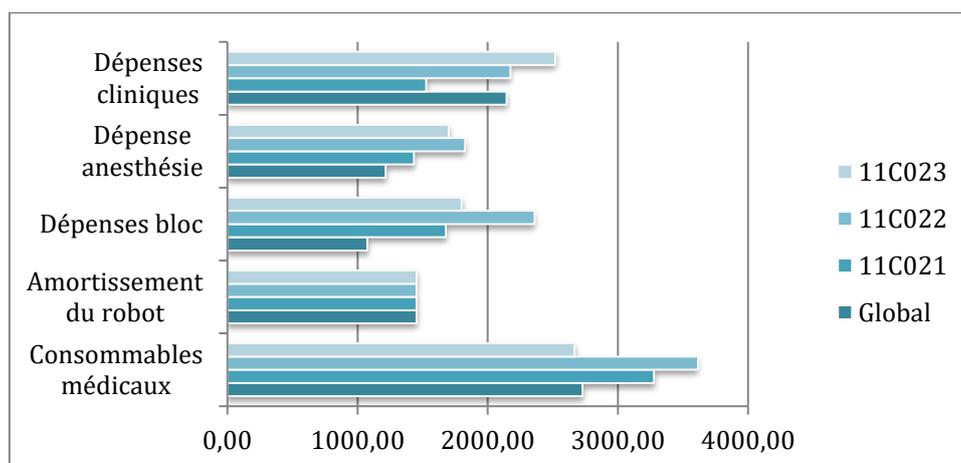
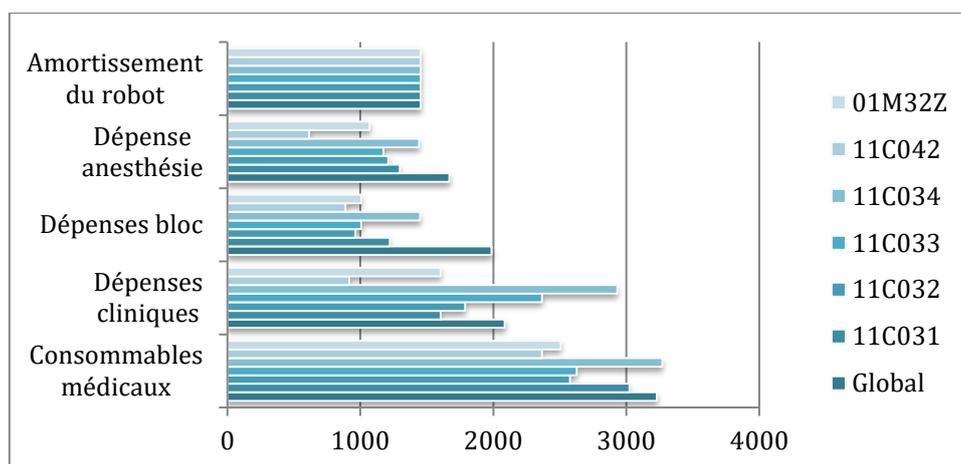


Figure 37 - L'évolution des principaux postes de dépenses dans les cystectomies robot assistées fonctionnelles par groupe homogène de malades en euros TTC



En considérant le détail des coûts moyens pour toutes les CRA, les cinq principaux postes de dépenses sont par ordre décroissant : les consommables médicaux (2864.0 euros TTC), les soins cliniques (2129.5 euros TTC), l'amortissement du robot (1454.3 euros TTC), les dépenses d'anesthésie (1339.2 euros TTC), les dépenses chirurgicales (1322.2 euros TTC).

VII.1.1.2.4.1. Les dépenses cliniques

Les DMS ainsi que les détails des séjours en unité de soins clinique, réanimatoire et critiques sont décrits dans le tableau 15 de façon globale et par indication, ainsi que par type de dérivation urinaire dans le tableau 16.

Tableau 13 - Les durées de séjour des cystectomies robot-assistées par indication en jours

Indication	Globale	Oncologique	Fonctionnelle	P-Value
Effectif	37	10	27	NA
DMS en jours	9.6 [5.7 ; 13.4]	9.2 [7.0 ; 11.4]	9.7 [5.4 ; 14.1]	0.71
Réanimation	0.2 [-1.0 ; 1.3]	0	0.3 [-1.1 ; 1.6]	0.55
Soins critiques	0.1 [-0.3 ; 0.5]	0.1 [-0.2 ; 0.4]	0.1 [-0.3 ; 0.5]	0.94
Services cliniques	9.3 [5.6 ; 13.0]	9.1 [6.9 ; 11.3]	9.4 [5.2 ; 13.5]	0.85

Tableau 14 - Les durées de séjour des cystectomies robot-assistées par type de dérivation urinaire en jours

Dérivation	Bricker	Enterocystoplastie	P-Value
Effectif	24	13	NA
DMS en jours	10.3 [6.2 ; 14.3]	7.8 [5.2 ; 10.3]	0.16
Réanimation	0	0.5 [-1.4 ; 2.5]	0.18
Soins critiques	0.1 [-0.3 ; 0.6]	0.1 [-0.2 ; 0.4]	0.73
Services cliniques	10.1 [6.1 ; 14.2]	7.8 [5.3 ; 10.3]	0.06

Les DMS, ainsi que les détails de séjours en unité de soins clinique, réanimatoire et critique sont rapportés en annexe 14 par GHM pour les CRA oncologiques d'une part et fonctionnelles d'autre part. Les dépenses cliniques ne varient pas significativement suivant le type de prise

en charge ($p=0.85$). Il n'y a pas de différence significative des DMS des CRA oncologiques (9.2 jours) et fonctionnelles (9.7 jours) ($p=0.71$). Pour les CRA oncologiques, la DMS augmente significativement du GHM 11C021 au GHM 11C023, passant de 6.7 à 11.0 jours ($p < 0.05$), du fait de la durée de séjour clinique passant de 6.7 à 11.0 jours ($p < 0.05$), ce qui majore ce poste de dépenses cliniques de 1527.0 à 2519.5 euros TTC. Les durées d'hébergement en réanimation et en soins critiques ne diffèrent pas significativement. Pour les CRA fonctionnelles, la DMS augmente significativement du GHM 11C032 au GHM 11C034, passant de 8.0 jours à 14.2 jours ($p < 0.05$). La durée de séjour clinique augmente de façon non significative du GHM 11C032 au GHM 11C034 ($p=0.08$, 7.8 jours à 12.8 jours), portant ce poste de dépenses de 1527.0 euros TTC à 2519.5 euros TTC. Il existe une corrélation entre le coût moyen du séjour et la durée d'hospitalisation en services cliniques ($p < 0.05$, $\rho=0.74$), et entre le coût moyen du séjour et la durée de séjour globale ($p < 0.05$, $\rho=0.79$). Pour les CRA oncologiques spécifiquement, il existe une corrélation positive entre le coût moyen du séjour et la durée de séjour globale ($p < 0.05$, $\rho=0.64$). Pour les CRA fonctionnelles, il existe une corrélation entre le coût estimé du séjour et la durée d'hospitalisation en services cliniques ($p < 0.05$, $\rho=0.84$), et entre le coût moyen du séjour et la durée de séjour globale ($p < 0.05$, $\rho=0.92$). Les DMS sont plus importantes dans le cas de CRA avec dérivation urinaire continente de type Bricker par rapport aux CRA avec entérocystoplastie, toutefois sans significativité statistique (respectivement 10.3 et 7.8 jours, $p=0.16$). De même, la durée moyenne de séjours en unité de soins clinique est plus importante dans le groupe Bricker, sans significativité (10.1 et 7.8 jours respectivement, $p=0.06$).

VII.1.1.2.4.2. Les dépenses chirurgicales et anesthésiques

Le tableau 17 ci-dessous rapporte les durées opératoires, ainsi que le détail des durées moyennes des différents temps opératoires pour l'ensemble des CRA par indication.

Tableau 15 - Les durées opératoires moyennes des cystectomies robot-assistées par type d'indication

Indication	Toutes	Oncologique	Fonctionnel	p-value
Durée opératoire	291.0 [189.5 ; 392.5]	303.2 [188.0 ; 418.4]	277.4 [170.4 ; 384.3]	0.60
Temps en salle	371.0 [263.9 ; 478.0]	383.1 [265.4 ; 500.8]	355.1 [235.2 ; 474.9]	0.62
Temps d'allumage du robot	225.1 [132.5 ; 317.6]	226.9 [132.4 ; 317.6]	220.0 [118.9 ; 321.1]	0.84
Temps d'anesthésie	43.4 [28.9 ; 57.8]	44.6 [26.2 ; 63.1]	41.6 [27.0 ; 56.1]	0.70
Temps d'installation	19.1 [10.7 ;	20.3 [10.9 ;	18.0 [9.5 ;	0.50

	27.4]	29.7]	26.4]	
Temps SSPI	136.4 [95.2 ; 177,5]	127.3 [83.3 ; 171.2]	135.5 [88.7 ; 182.3]	0.37

Les coûts chirurgicaux sont significativement plus importants pour les CRA oncologiques (1987.0 euros TTC contre 1076.0 euros TTC, $p < 0.05$). De même les coûts d'anesthésie (1670.2 euros TTC contre 1216.6 euros TTC) sont significativement plus élevés ($p < 0.05$) dans le groupe oncologique. Pourtant, ni la durée opératoire moyenne, ni la durée des différents temps opératoires et peropératoires ne diffèrent statistiquement entre les deux types de prise en charge. Pour l'ensemble des cystectomies, toutes indications confondues, il existe une corrélation significative entre le niveau d'expérience globale de l'opérateur principal et le temps passé en salle ($p < 0.05$, $\rho = -0.31$), entre l'expérience globale de l'opérateur et la durée d'intervention ($p < 0.05$, $\rho = -0.38$). De même, le nombre d'interventions réalisées par le chirurgien seul est corrélé à la durée passée en salle d'intervention ($p < 0.05$, $\rho = -0.31$), au temps d'allumage du robot ($p < 0.05$, $\rho = -0.32$), ainsi qu'à la durée d'intervention ($p < 0.05$, $\rho = -0.39$). Ces tendances ne se vérifient que pour les CRA oncologiques, pour lesquelles le nombre global d'interventions est corrélé au temps de présence en salle ($p < 0.05$, $\rho = -0.88$), ainsi qu'à la durée d'intervention ($p < 0.05$, $\rho = -0.91$), et au temps d'allumage du robot ($p < 0.05$, $\rho = -0.84$). De même, le nombre d'interventions réalisées par le chirurgien seul est corrélé au temps de présence en salle ($p < 0.05$, $\rho = -0.88$), ainsi qu'à la durée d'intervention ($p < 0.05$, $\rho = -0.91$), et au temps d'allumage du robot ($p < 0.05$, $\rho = -0.85$). Toutefois, il n'existe pas de corrélation significative entre ces durées opératoires et les dépenses chirurgicales.

VII.1.1.2.4.3. Les dépenses en consommables médicaux

Le tableau 18 décrit les consommations d'instruments robotiques pour l'ensemble des CRA par indication oncologique ou fonctionnelle.

Tableau 16 - La consommation moyenne des instruments robotiques dans les cystectomies robot-assistées en fonction de l'indication

Indication	Toutes	Oncologique	Fonctionnelle	p-value
Tous Instruments	4.4 [3.2 ; 5.5]	5.1 [4.4 ; 5.7]	4.1 [2.9 ; 2.3]	4.4E-4
Porte-aiguilles	1.1 [0.1 ; 2.2]	1.7 [1.2 ; 2.2]	0.9 [-0.2 ; 2.0]	1.0E-3
Pince Prograsp	0.7 [0.2 ; 1.2]	1.0 [1.0 ; 1.0]	0.6 [0.1 ; 1.1]	1.6E-4

Ciseaux courbes monopolaires	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	NA
Pince Maryland	0.5 [0.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	0.3 [-0.1 ; 0.8]	3.9E-9
Vessel-sealer	0.7 [0.3 ; 1.2]	0.4 [-0.1 ; 0.9]	0.8 [0.4 ; 1.2]	5.8E-3
Pince cadière	0.3 [-0.2 ; 0.7]	0.0 [0.0 ; 0.0]	0.4 [-0.1 ; 0.9]	1.6E-4

Concernant les consommables médicaux, leurs coûts sont significativement moindres dans le groupe fonctionnel, sans significativité statistique ($p=0.68$) en dépit d'une consommation d'instruments robotiques significativement moins importante ($p < 0.05$) dans le groupe fonctionnel. En effet, les chirurgiens consomment en moyenne 4.1 instruments robotiques par CRA fonctionnelle contre 5.1 instruments robotiques par CRA oncologique. Les CRA fonctionnelles sont associées à une moindre consommation de porte-aiguilles (0.9 contre 1.7, $p < 0.05$), à une moindre consommation de pinces Prograsp (0.6 contre 1.0, $p < 0.05$) et à une moindre consommation de pinces Maryland (0.3 contre 1.0, $p < 0.05$). A l'inverse, les CRA fonctionnelles sont significativement plus consommatrices de pinces cadières (0.4 contre 0.0, $p < 0.05$) et de Vessel Sealer (0.8 contre 0.4 en moyenne, $p < 0.05$).

VII.1.2. Les données prospectives

A partir des fiches de recueil remplies par les IBODE au bloc chirurgical, nous avons inclus quatre CRA, réalisées entre Janvier et Août 2020 au CHU de Nantes par deux chirurgiens. Les caractéristiques anesthésiques et physiopathologiques préopératoires des patients sont décrites dans les annexes 15 et 16.

Une CRA relève d'une indication oncologique tandis que trois CRA relèvent d'une indication fonctionnelle. Les données opératoires relatives à ces quatre CRA sont décrites en annexe 17. Au total, une cysto-prostatectomie totale, une cystectomie totale et deux cystectomies supra-trigonales ont été incluses. Les dérivations urinaires ont été réalisées par entérocystoplastie d'agrandissement dans le cas des CRA supra-trigonales et respectivement par entérocystoplastie de remplacement pour la CPT et par dérivation urinaire continente de type Bricker dans le cas de la CT. L'une des CRA était précédée par l'ablation d'un neuromodulateur. La classification en GHM de ces quatre CRA est rapportée dans le tableau 19.

Tableau 17 – La classification en groupes homogènes de malades des cystectomies robot-assistées observées en 2020

Indication fonctionnelle	
11C022	1
Indication oncologique	
11C032	1
11C033	1
11C033	1

Les coûts moyens des ressources humaines et matérielles consommées lors des CRA observées sont rapportés en annexe 18. Ils sont décrits globalement et par poste de dépense chirurgical, anesthésique et robotique. Nous avons constaté que le coût moyen de la prise en charge au bloc chirurgical est moindre pour l'un des deux chirurgiens, aussi bien pour les dépenses chirurgicales que pour les dépenses anesthésiques. Toutefois, ces différences ne sont pas significatives. De plus, une CRA du deuxième chirurgien a été précédée par l'ablation d'un neuromodulateur.

VII.1.3. La modélisation de l'impact de certains postes de dépenses sur le coût des cystectomies

La figure 38 modélise l'impact de la variation de certains postes de dépenses sur la balance globale des séjours associés aux CRA.

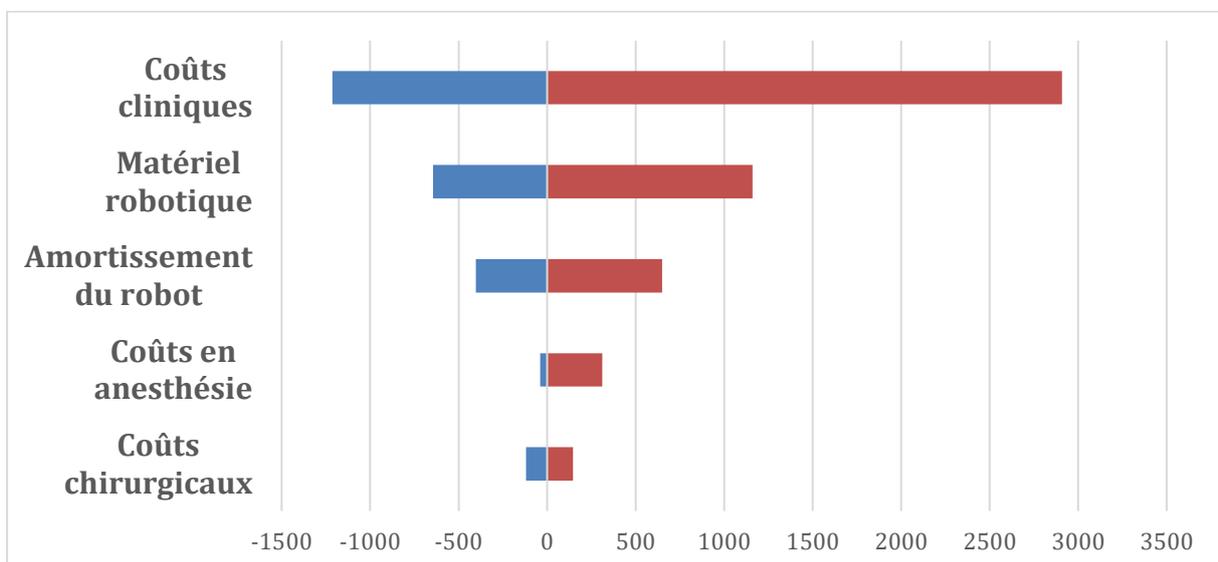


Figure 38 – La représentation Tornado des variations des postes de dépenses des cystectomies robot-assistées

Dans le cas des frais d'amortissement du robot, nous avons modélisé en borne basse l'impact de la réalisation de 500 interventions robotiques annuelles et en borne haute l'impact de la réalisation de 250 interventions annuelles. Pour les instruments robotiques, nous avons

modélisé en borne basse l'impact d'une consommation à trois instruments (une pince Maryland, une paire de ciseaux courbes monopolaires et une pince Prograsp) observée durant quatre CRA et en borne haute la consommation de huit instruments constatée lors d'une CRA (quatre porte-aiguilles, un Vessel Sealer, une pince Maryland, une paire de ciseaux courbes monopolaires et une pince Prograsp) dans l'étude rétrospective. Concernant les frais cliniques, nous avons modélisé l'impact des variations de durées de séjours depuis la plus courte (1.0 jours) à la plus longue (22.0 jours) dans l'étude rétrospective. Enfin, concernant les frais chirurgicaux et anesthésiques, nous avons modélisé à partir des données prospectives l'impact financier des différentes performances des chirurgiens en termes de DOM et temps de présence en salle moyen, entre le chirurgien le plus performant en borne basse et le moins performant en borne haute. Les bornes de variation employées pour cette modélisation sont décrites dans le tableau 20.

Tableau 18 - Les bornes de variation en euros TTC des coûts utilisées pour les cystectomies robot-assistées

	Borne basse	Borne haute	Coût moyen
Amortissement du robot	1051.9	2103.9	1454.3
Instruments robotiques	972.0	2778.0	1617.4
Frais de séjour cliniques	916.2	5039.1	2129.5
Chirurgie	719.5	958.6	839.1
Anesthésie	1577.9	1929.3	1617.4

VII.2. Les prostatectomies totales robot-assistées

VII.2.1. Les données rétrospectives

VII.2.1.1 Les données médico-techniques

Au total, soixante-deux PTRAs réalisées entre le 1^{er} Janvier 2018 et le 31 Décembre 2018 au CHU de Nantes ont été incluses dans notre étude rétrospective. Ces interventions ont été réalisées par sept chirurgiens, intervenant seuls ou en télécompagnonnage sous la supervision d'un chirurgien plus expérimenté. Toutes les PTRAs étudiées relevaient d'une indication oncologique, soit un adénocarcinome prostatique. Les caractéristiques anesthésiques préopératoires et les caractéristiques physiopathologiques des soixante-deux patients ayant bénéficié d'une PTRa sont rapportées en annexes 19 et 20. Les données opératoires temporelles, techniques et matérielles relatives à ces soixante-deux PTRAs sont rapportées en annexe 21.

VII.2.1.2. Les données médico-économiques des prostatectomies robot-assistées

VII.2.1.2.1. L'échantillon des prostatectomies robot-assistées

Cinquante-neuf de ces soixante-deux PTRAs ont pu être analysées d'un point de vue économique à partir des données fournies par le SIM et la DAF du CHU de Nantes. Toutes ces PTRAs relèvent d'une indication oncologique, soit un adénocarcinome prostatique.

VII.2.1.2.2. La classification en groupes homogènes de malades des prostatectomies robot-assistées

La classification en GHM des cinquante-neuf séjours étudiés est décrite dans le tableau 21 ci-dessous. Les séjours associés aux PTRAs se classent dans les GHM 12C111 à 12C113 selon le niveau de gravité. Nous avons ainsi inclus 46 séjours classés en 12C111, 10 séjours classés en 12C112 et 3 séjours classés en 12C113.

Tableau 19 - La classification en groupes homogènes de malades des séjours associés aux prostatectomies totales robot-assistées

Classification en GHM des prostatectomies	
-12C111	46
-12C112	10
-12C113	3

VII.2.1.2.3. Les coûts et les recettes moyens des prostatectomies robot-assistées

Le tableau 22 décrit les coûts, les recettes et les balances des séjours associés PTRAs par GHM.

Tableau 20 - Les coûts, les recettes et les différences moyens des séjours associés aux prostatectomies totales robot-assistées par groupe homogène de malades

GHM	Global	12C111	12C112	12C113	P-value
Effectif	59	46	10	3	NA
Coût GHS	8816.1 [6668.4 ; 10963.8]	8186.9 [7515.7 ; 8858.1]	9951.5 [7452.3 ; 12450.3]	14679.4 [9349.9 ; 20008.9]	3.4 ^E - 9
Recettes GHS	6188.1 [5361.5 ; 7014.8]	5829.1 [5819.7 ; 5838.5]	6943.1 [6579.0 ; 7307.1]	9177.6 [9177.6 ; 9177.6]	2.7 ^E - 43
Différence	-2627.9 [-4275.3 ; -980.6]	-2357.8 [-3029.4 ; - 1686.2]	-3008.4 [-5382.0 ; -634.7]	-5501.8 [-10831.3 ; -172.3]	2.9 ^E - 3
P-value	1.2 ^E -17	1.1 ^E -17	4.1 ^E -3	0.15	NA

Leur analyse révèle une balance moyenne significativement déficitaire ($p < 0.05$) de 2627.9 euros TTC par séjour, tous GHM compris. En considérant distinctement les différents GHM, l'analyse montre des déficits moyens significatifs de 2357.8 euros TTC ($p < 0.05$) pour les PTRAs classées dans le GHM 12C111 ($p < 0.05$) et de 3008.4 euros TTC ($p < 0.05$) pour les

PTRA classées dans le GHM 12C112. Enfin, nous avons constaté un déficit moyen de 5501.8 euros TTC pour les PTRA classées dans le GHM 12C113 toutefois sans significativité statistique ($p=0.15$). Le coût moyen estimé de prise en charge hospitalière d'une PTRA est de 8379.2 euros TTC. Le coût estimé d'une PTRA diffère significativement suivant le GHM ($p < 0.001$), passant de 7750.0 euros TTC en moyenne pour les PTRA classées dans le GHM 12C111 à 14245.5 euros TTC en moyenne pour celles classées dans le GHM 12C113.

VII.2.1.2.4. Les postes de dépenses des prostatectomies robot-assistées

Les principaux postes de dépenses des séjours associés aux PTRA sont décrits ci-dessous par GHM (12C111, 12C112, 12C113) en annexe 22.

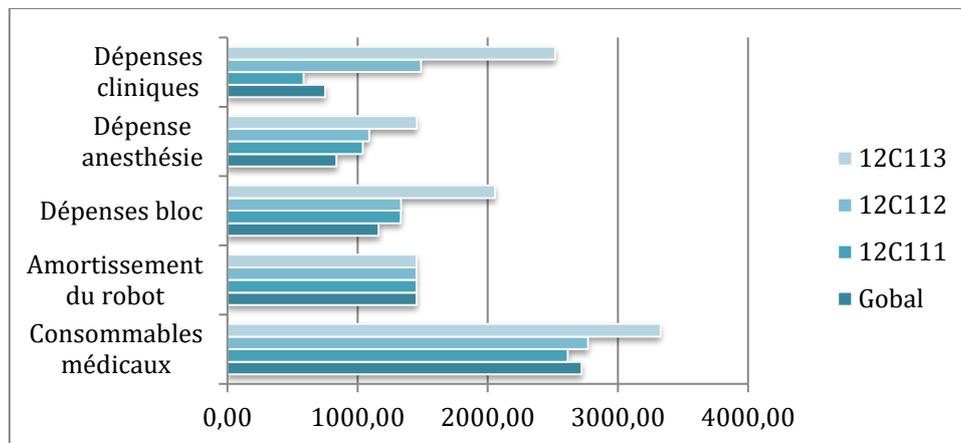


Figure 39 - L'évolution des cinq principaux postes de dépenses par groupe homogène de malades dans les prostatectomies robot-assistées

La figure 39 représente les coûts des cinq principaux postes de dépenses identifiés dans les PTRA, en fonction du GHM. En considérant le détail des coûts moyens des PTRA, les cinq principaux postes de dépenses sont par ordre décroissant : les consommables médicaux (2670.5 euros TTC), l'amortissement du robot (1454.3 euros TTC), le coût du bloc chirurgical (1345.7 euros TTC), les dépenses d'anesthésie (1069.9 euros TTC), les dépenses cliniques (822.4 euros TTC).

VII.2.1.2.4.1. Les dépenses en consommables médicaux

La consommation d'instruments robotiques est rapportée par GHM dans le tableau 23. Concernant les consommables médicaux, il n'existe pas de variation significative en termes de consommation d'instruments robotiques suivant le GHM étudié ($p=0.67$). Toutefois, il existe des différences significatives de pratique entre les chirurgiens. En effet, l'un des chirurgiens utilise quatre instruments en moyenne contre cinq pour ses confrères, soit une différence significative ($p < 0.05$). Ce chirurgien n'utilise ainsi qu'un seul porte aiguille contre deux Porte-aiguilles en moyenne pour ses confrères. Il n'existe pas de corrélation entre le niveau

d'expérience du chirurgien et la consommation d'instruments par interventions ($p=0.19$), ni entre le niveau d'expérience et la consommation de porte-aiguilles ($p=0.19$).

Tableau 21 - La consommation d'instruments robotiques par groupe homogène de malades dans les prostatectomies totales robot-assistées

	12C111	12C112	12C113	p-value
Nombre moyen d'instruments	4.7 [4.4 ; 5.1]	4.9 [4.6 ; 5.2]	5.0 [5.0 ; 5.0]	0.67
Porte-aiguilles	1.8 [1.5 ; 2.1]	1.9 [1.6 ; 2.2]	2.0 [2.0 ; 2.0]	0.67
Pince Prograsp	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	NA
Ciseaux courbes monopolaires	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	NA
Pince Maryland	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	NA

VII.2.1.2.4.2. Les dépenses cliniques

Les DMS ainsi que le détail des séjours en unité de soins clinique, réanimatoire et critique dans le cadre des PTRAs sont rapportés dans le tableau 24 par GHM. Concernant le poste de dépenses cliniques, les DMS augmentent significativement suivant le niveau de gravité du GHM, passant de 2.5 jours à 13.3 jours du GHM 12C111 au 12C113 ($p < 0.05$). De même, la durée de séjour en réanimation tend à augmenter avec la gravité du GHM ($p < 0.05$) puisqu'elle passe de 0 à 2.3 jours du GHM 12C111 à 12C113, portant les frais réanimatoires de 0 à 1682.8 euros TTC. Il existe en effet une corrélation entre le coût estimé du séjour et la durée d'hospitalisation en unité de réanimation ($p < 0.05$, $\rho=0.80$), entre la durée d'hospitalisation en services cliniques et le coût moyen du séjour ($p < 0.05$, $\rho=0.77$), et enfin entre la durée de séjour globale et le coût moyen de séjour ($p < 0.05$, $\rho=0.89$). Le poste de dépenses cliniques passe ainsi de 822.4 euros TTC à 2519.5 euros TTC du GHM 12C111 au GHM 12C113 ($p < 0.05$), devenant ainsi le deuxième poste de dépense derrière les frais en consommables médicaux.

Tableau 22 - Les durées des séjours associés aux prostatectomies robot-assistées par groupe homogène de malade

GHM	DMS	Séjour réanimatoire	Séjour critique	Séjour clinique
Tous GHM	3.7 [0.5 ; 6.9]	0.1 [-0.8 ; 1.1]	0.0 [-0.1 ; 0.1]	3.6 [0.9 ; 6.3]
12C111	2.5 [1.7 ; 3.4]	0	0.0 [-0.1 ; 0.1]	2.6 [1.7 ; 3.5]
12C112	6.2 [2.3 ; 10.1]	0.1 [-0.2 ; 0.4]	0	6.1 [2.5 ; 9.7]
12C113	13.33	2.3	0	11.0

	[10.1 ; 16.5]	[-1.7 ; 6.4]		[10.0 ; 12.0]
P-value	3.4 ^E -13	2.6 ^E -5	0.87	1.8 ^E -14

VII.2.1.2.4.3. Les dépenses chirurgicales et anesthésiques

Les durées opératoires par GHM sont rapportées dans le tableau 25 pour l'ensemble des PTRAs.

Tableau 23 - Les durées opératoires par groupe homogène de malades dans les prostatectomies totales robot-assistées

	12C111	12C112	12C113	P-Value
Durée opératoire moyenne	188.4 [99.0 ; 277.9]	211.8 [126.4 ; 297.2]	292.5 [95.2 ; 489.8]	0.25
Temps passé au robot	166.6 [82.6 ; 250.6]	197.0 [130.9 ; 263.1]	265.5 [69.6 ; 461.4]	0.19
Temps en salle	256.2 [162.9 ; 349.5]	291.4 [188.5 ; 394.3]	355.0 [162.7 ; 547.3]	0.25
Temps SSPI	136.8 [94.0 ; 179.6]	161.0 [89.4 ; 232.6]	135.5 [69.7 ; 201.3]	0.40
Temps d'anesthésie	30.2 [20.2 ; 40.3]	29.4 [20.2 ; 38.6]	40.0 [40.0 ; 40.0]	0.37
Temps d'installation	22.6 [14.2 ; 31.0]	29.3 [10.4 ; 48.2]	12.5 [4.7 ; 20.3]	0.08

Concernant les frais chirurgicaux, ils augmentent significativement en fonction du niveau de gravité du GHM, passant de 1331.0 euros TTC à 2055.9 euros TTC du GHM 12C111 au GHM 12C113. Les dépenses anesthésiques augmentent également de manière significative suivant le GHM ($p < 0.05$), passant de 1040.1 à 1455.9 euros TTC du GHM 12C111 au GHM 12C113. Pourtant, la durée opératoire, et le temps de présence en salle d'intervention ne diffèrent pas de manière significative suivant le GHM. En revanche, pour l'ensemble des PTRAs, il existe une corrélation significative entre le nombre d'interventions réalisées par le chirurgien seul et le temps passé en salle ($p < 0.05$, $\rho = -0.74$), entre le nombre d'interventions réalisées par le chirurgien seul et la durée d'intervention ($p < 0.05$, $\rho = -0.73$), le temps passé au robot ($p < 0.05$, $\rho = -0.75$), entre le nombre d'interventions réalisées par le chirurgien seul et le temps de préparation anesthésique ($p < 0.05$, $\rho = -0.33$). Il existe aussi une corrélation entre le nombre d'interventions global et la durée passée en salle ($p < 0.001$, $\rho = -0.74$), le temps d'allumage du robot ($p < 0.05$, $\rho = -0.32$), entre le nombre d'interventions global et le temps de préparation anesthésique ($p < 0.05$, $\rho = -0.75$) ainsi qu'entre le nombre d'interventions global et la durée

d'intervention ($p < 0.05$, $\rho = -0.73$). Toutefois, la durée opératoire et le temps passé en salle n'étant pas corrélés avec les frais de bloc chirurgical, nous n'avons pu établir de corrélation entre l'expérience du chirurgien et les frais chirurgicaux.

VII.2.2. Les données prospectives

A partir des fiches de recueil remplies par les IBODE au bloc chirurgical, nous avons inclus dix PTRAs réalisées entre Janvier et Août 2020 au CHU de Nantes par quatre chirurgiens. Les caractéristiques anesthésiques et physiopathologiques préopératoires des patients sont décrites respectivement dans les annexes 23 et 24. Les données opératoires des PTRAs observées sont décrites en annexe 24. Deux séjours sont classés dans le GHM 12C112 tandis que les huit autres se classent dans le GHM 12C111.

Les coûts moyens des ressources humaines et matérielles consommées lors des CRA observées sont rapportés en annexe 26. Ils sont décrits globalement et par poste de dépense chirurgical, anesthésique et robotique. Nous avons constaté que le coût moyen de la prise en charge au bloc chirurgical est significativement moindre pour l'un des quatre chirurgiens ($p < 0.05$), aussi bien pour les dépenses chirurgicales ($p < 0.05$) que pour les dépenses anesthésiques ($p < 0.05$).

VII.2.3. La modélisation de l'impact de certains postes de dépenses

La figure 40 modélise l'impact de la variation des principaux postes de dépenses sur la balance financière globale des séjours associés aux prostatectomies robot-assistées.

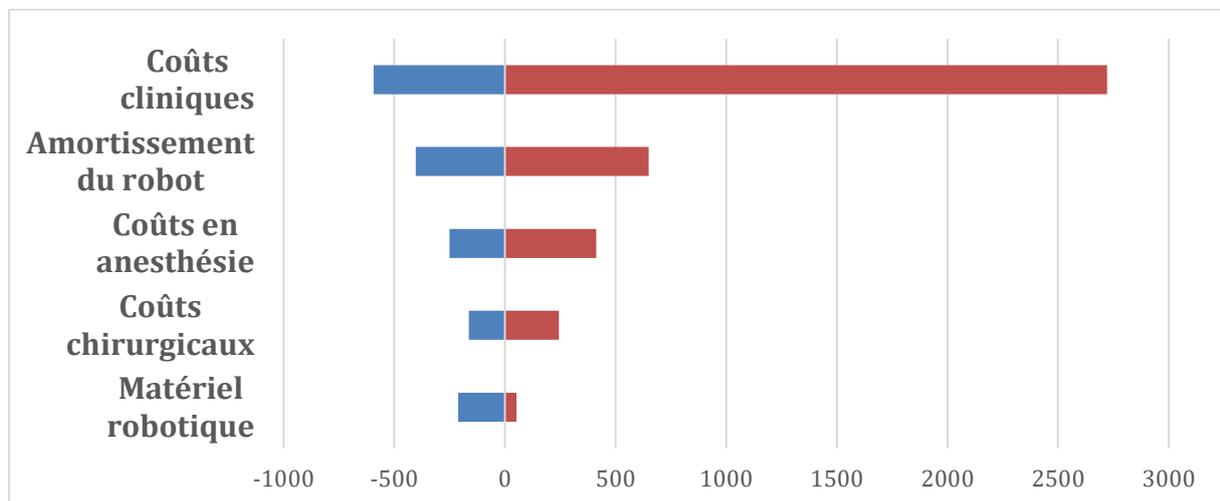


Figure 40 - La représentation Tornado des variations des coûts des principaux postes de dépense des prostatectomies robot-assistées

Dans le cas des frais d'amortissement du robot, nous avons modélisé en borne basse l'impact de la réalisation de 500 interventions robotiques annuelles et en borne haute l'impact de la réalisation de 250 interventions annuelles. Pour les instruments robotiques, nous avons modélisé en borne basse l'impact d'une configuration à quatre instruments utilisée par un

chirurgien (une pince Maryland, une paire de ciseaux courbes monopolaires et une pince Prograsp et un porte-aiguilles) par rapport à une configuration à cinq instruments (deux porte-aiguilles, une pince Maryland, une paire de ciseaux courbes monopolaires et une pince Prograsp) observées dans l'étude rétrospective. Concernant les frais cliniques, nous avons modélisé l'impact des variations de durées de séjours de l'étude rétrospective depuis la plus courte (1.0 jours) à la plus longue (17.0 jours). Enfin, concernant les frais chirurgicaux et anesthésiques, nous avons modélisé à partir des données prospectives l'impact financier des différences de performance en termes de DOM et temps de présence en salle moyen entre le chirurgien le plus performant en borne basse et le moins performant en borne haute. Les bornes sont ainsi décrites dans le tableau 26.

Tableau 24 - Les bornes de variation suivant les performances observées dans l'étude pour les principaux postes de dépenses des prostatectomies robot-assistées

	Borne basse	Borne haute	Coût moyen
Frais d'amortissement du robot	1051.9	2103.9	1454.3
Instruments robotiques	1240	1500	1447.2
Frais de séjour cliniques	229.1	3545.0	822.4
Chirurgie	424.9	831.6	587.9
Anesthésie	677.8	1341.3	927.9

VII.3. Les néphrectomies partielles

VII.3.1. Les données rétrospectives

VII.3.1.1. Les données médico-techniques

Au total, vingt-sept NPRA réalisées entre le 1^{er} Janvier 2018 et le 31 Décembre 2018 au CHU de Nantes ont été incluses dans notre étude rétrospective. Ces interventions ont été réalisées par six chirurgiens, intervenant seuls ou en télécompagnonnage sous la supervision d'un chirurgien plus expérimenté. Toutes les NPRA étudiées relèvent d'une indication oncologique, soit une tumeur rénale maligne (carcinome papillaire, carcinome chromophile ou carcinome à cellules claires) ou une tumeur bénigne (angiomyolipome épithélioïde). Les caractéristiques anesthésiques et les caractéristiques physiopathologiques préopératoires des vingt-sept patients ayant bénéficié d'une NPRA sont décrites respectivement dans les annexes 27 et 28. Les données opératoires temporelles et techniques relatives à ces vingt-sept NPRA sont rapportées dans l'annexe 29.

VII.3.1.2. Les données économiques

VII.3.1.2.1. La description de l'échantillon

Les vingt-sept NPRA ont pu être analysées économiquement à partir des données fournies par le service d'information médicale et la direction des affaires financières du CHU de Nantes. Toutes ces interventions étaient des NPRA relevant d'une indication oncologique.

VII.3.1.2.2. La classification en GHM des néphrectomies partielles robot-assistées

La classification en GHM des vingt-sept séjours étudiés est décrite dans le tableau 27 ci-dessous. Les NPRA incluses se classent dans les GHM 11C021 à 11C023 suivant leur niveau de gravité à l'exception d'un séjour classé dans le GHM 17C071.

Tableau 25 - La classification en groupes homogènes de malades des séjours associés aux néphrectomies partielles

Classification en GHM des néphrectomies partielles	
-11C021	19
-11C022	5
-11C023	2
-17C071	1

VII.3.1.2.3. Les coûts et les recettes moyens des néphrectomies partielles robot-assistées

Les coûts, les recettes ainsi que les balances moyens des séjours associés aux vingt-sept NPRA sont décrits par GHM dans le tableau 28.

Tableau 26 - Les coûts, les recettes et les différences moyens des séjours associés aux néphrectomies partielles robot-assistées par groupe homogène de malades

GHM	Global	11C021	11C022	11C023	17C071	P-value
Effectif	27	19	5	2	1	NA
Coût GHS	8076.5 [6813.9 ; 9339.1]	7859.8 [7041.8 ; 8677.8]	7583.6 [6765.6 ; 8401.5]	10529.2 [6911.0 ; 14147.7]	7568.5	1.67 ^E -2
Recettes GHS	7488.7 [5906.6 ; 9067.9]	6914.4 [6901.0 ; 6927.8]	8899.0 [8230.6 ; 9567.4]	11372.0 [10176.2 ; 12567.8]	3584.1	2.53 ^E -14
Différence	-588.0 [-1897.9 ; 812.0]	-945.7 [-1766.2 ; - 125.2]	878.5 [58.0 ; 1699.0]	842.7 [-1579.9 ; 3265.2]	-3984.7	1.50 ^E -3
P-value	0.14	8.6 ^E -5	0.11	0.78	NA	NA

L'analyse de ces données révèle une balance moyenne négative non significative ($p=0.14$) de 588.0 euros TTC pour l'ensemble des NPRA. En considérant par GHM, les NPRA classées en 11C021 sont déficitaires en moyenne de 945.7 euros TTC ($p < 0.05$) tandis que celle classée en 17C071 est déficitaire de 3984.7 euros TTC. A l'inverse, nous avons constaté des

bénéfices moyens non significatifs de 878.5 euros TTC pour les séjours classés en 11C022 ($p=0.11$) et de 842.7 euros TTC pour ceux classés en 11C023 ($p=0.78$). Le coût estimé du séjour augmente significativement avec le niveau de gravité du GHM ($p < 0.05$), passant de 7859.9 euros TTC pour le GHM 11C021 à 10529.2 euros TTC pour le GHM 11C023.

VII.3.1.2.4. Les postes de dépenses des néphrectomies partielles robot-assistées

Les postes de dépenses moyens des séjours associés aux NPRA sont décrits par GHM pour l'ensemble des interventions observées en annexe 30. L'évolution des cinq principaux postes de dépenses des NPRA est représentée en fonction du GHM pour l'ensemble des NPRA sur la figure 41.

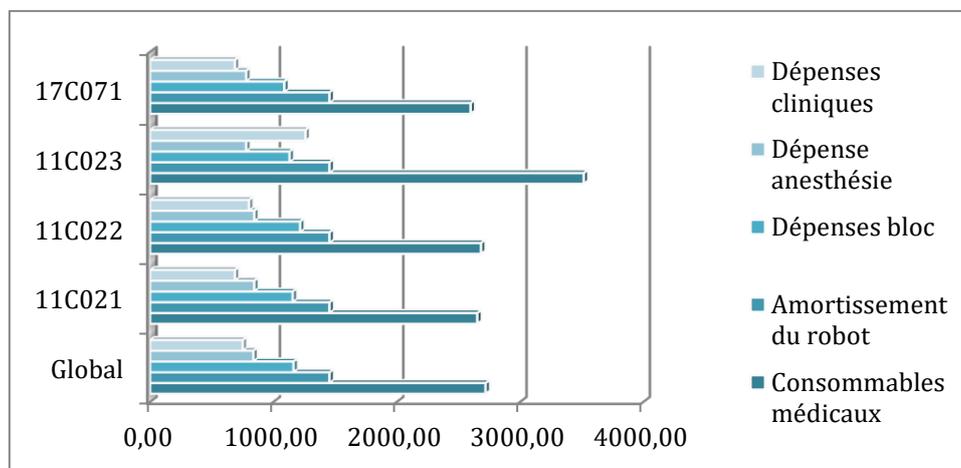


Figure 41 - L'évolution des cinq principaux postes de dépenses par groupe homogène de malades pour l'ensemble des néphrectomies partielles robot-assistées

En considérant en détails les coûts moyens pour toutes les NPRA, les cinq principaux postes de dépenses sont par ordre décroissant les dépenses en consommables médicaux (2720.3 euros TTC), les coûts d'amortissement du robot (1454.3 euros TTC), le coût du bloc chirurgical (1162.5 euros TTC), les dépenses d'anesthésie (837.0 euros TTC), les dépenses cliniques (750.1 euros TTC).

VII.3.1.2.4.1. Les dépenses en consommables médicaux

Les consommations d'instruments robotiques en fonction du GHM sont décrites pour l'ensemble des néphrectomies robot-assistées dans le tableau 29.

Tableau 27 - La consommation d'instruments robotiques par groupe homogène de malades pour l'ensemble des néphrectomies partielles robot-assistées

GHM	11C021	11C022	11C023	17C071	P-value
Tous instruments	4.7 [4.3 ; 5.2]	4.8 [4.4 ; 5.2]	4.5 [3.8 ; 5.2]	5.0	0.74
Porte-aiguilles	1.9 [1.6 ; 2.2]	1.8 [1.4 ; 2.2]	1.5 [0.8 ; 2.2]	2.0	0.35

Pince prograsp	0.8 [0.5 ; 1.2]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0	0.57
Ciseaux courbes monopolaires	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0	NA
Pince Maryland	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0	NA

Concernant les consommables médicaux, nous avons relevé une différence significative en termes de dépenses suivant le GHM ($p < 0.05$), passant de 2652.8 euros TTC en moyenne pour le GHM 11C021 à 3515.8 euros TTC en moyenne pour le GHM 11C023. Pourtant, il n'existe pas de différence significative en termes de consommation d'instruments robotiques peropératoires entre les différents GHM, qu'il s'agisse de la consommation globale d'instruments robotiques ou de la consommation d'un instrument robotique spécifique. En revanche, des différences significatives de consommation existent entre les chirurgiens. L'un des chirurgiens utilise en moyenne quatre instruments par intervention tandis que ses confrères utilisent en moyenne cinq instruments par NPRA, soit une différence significative ($p < 0.001$). Il n'utilise qu'un seul porte-aiguilles contre deux porte-aiguilles chez ses confrères ($p < 0.001$). Ces différences de consommation ne sont pas corrélées à l'expérience du chirurgien, aussi bien pour le nombre global d'instruments ($p=0.49$) que pour la consommation de porte-aiguilles ($p=0.39$).

VII.3.1.2.4.2. Les dépenses cliniques

Les DMS, ainsi que les détails de séjours cliniques, réanimatoires et critiques sont rapportés dans le tableau 30 ci-dessous par GHM pour l'ensemble des NPRA.

Tableau 28 - Les durées moyennes de séjour par groupe homogène de malades pour l'ensemble des néphrectomies robot-assistées

GHM	DMS	Séjour réanimatoire	Séjour critique	Séjour clinique
Tous GHM	3.4 [1.9 ; 5.0]	0.1 [-0.2 ; 0.4]	0.2 [-0.3 ; 0.6]	3.3 [2.0 ; 4.6]
11C021	3.1 [1.9 ; 4.1]	0.1 [-0.2 ; 0.3]	0.0 [-0.1 ; 0.1]	3.0 [2.0 ; 4.0]
11C022	4.0 [3.3 ; 4.7]	0.2 [-0.2 ; 0.6]	0.4 [-0.5 ; 1.3]	3.5 [3.0 ; 4.0]
11C023	6.5 [3.0 ; 10.0]	0.0	1.0 [1.0 ; 1.0]	5.5 [2.0 ; 9.0]
17C071	3.0	0.0	0.0	3.0
P-value	2.67 ^E -3	0.73	4.76 ^E -3	2.69 ^E -2

La DMS est 3.4 jours pour l'ensemble des NPRA. Toutefois, nous avons constaté qu'elle augmente significativement avec le niveau de gravité du GHM. Ainsi, elle passe de 3.1 jours

pour le GHM 11C021 à 6.5 jours pour le GHM 11C023, portant le poste de dépenses cliniques de 687.1 euros TTC à 1259.8 euros TTC pour en faire le deuxième poste de dépenses derrière les frais en consommables médicaux. Nous avons aussi constaté une différence significative de coûts moyen de soins critiques suivant le GHM ($p < 0.01$). Ils sont en effet majorés de 18.7 à 638.4 euros TTC du GHM 11C021 au GHM 11C023. Il existe ainsi une corrélation entre le coût estimé du séjour et la durée d'hospitalisation en services cliniques ($p < 0.01$, $\rho = 0.59$), et la durée de séjour globale ($p < 0.001$, $\rho = 0.64$). Il n'existe toutefois pas de corrélation de ce coût avec la durée de prise en charge en soins critiques, ni avec la durée de prise en charge en réanimation.

VII.3.1.2.4.3 Les dépenses chirurgicales et anesthésiques

Les DOM, ainsi que les durées moyennes des différentes phases opératoires et péri-opératoires sont décrites par GHM pour l'ensemble des NPRA dans le tableau 31.

Tableau 29 - Les durées opératoires moyennes par groupe homogène de séjour pour l'ensemble des néphrectomies robot-assistées

	17C071	11C021	11C022	11C023	P-Value
Durée opératoire moyenne	133.0	133.0 [95.6 ; 216.2]	198.5 [142.0 ; 255.0]	225.5 [98.9 ; 352.1]	0.39
Temps passé au robot	123.0	131.3 [84.6 ; 178.0]	154.8 [124.1 ; 185.5]	178.0 [67.7 ; 288.3]	0.55
Temps en salle	223.0	225.3 [166.7 ; 283.8]	271.4 [201.9 ; 340.9]	302.5 [175.9 ; 429.1]	0.30
Temps SSPI	193.0	124.8 [88.3 ; 161.3]	102.5 [60.9 ; 144.1]	26.0	0.29
Temps d'anesthésie	49.0	39.1 [29.2 ; 48.9]	44.8 [18.8 ; 70.8]	50.0 [50.5 ; 50.0]	0.41
Temps d'intervention	23.0	155.9 [95.6 ; 216.2]	192.8 [142.3 ; 243.3]	225.5 [98.9 ; 352.1]	0.94

Concernant les dépenses chirurgicales, elles ne varient pas de manière significative suivant le GHM. Les frais d'anesthésie ne varient pas significativement non plus suivant le GHM. Cela concorde avec l'absence de différence significative des durées moyennes opératoires, ainsi que des durées moyennes des différents temps opératoires et peropératoires suivant le GHM considéré. En revanche, nous avons rapporté des différences significatives entre les différents chirurgiens pour la durée moyenne opératoire ($p < 0.05$), le temps d'allumage du robot ($p < 0.05$), ainsi que le temps de présence en salle ($p < 0.05$). Pour l'ensemble des néphrectomies, il existe une corrélation significative entre le nombre d'interventions réalisées par le chirurgien seul et le temps passé en salle ($p < 0.05$, $\rho = -0.64$), entre le nombre d'interventions réalisées par le chirurgien seul et la durée d'intervention ($p < 0.05$, $\rho = -0.64$) et entre le nombre d'interventions réalisées par le chirurgien seul et le temps passé au robot ($p < 0.05$, $\rho = -0.79$).

De même, il existe aussi une corrélation entre le nombre d'interventions global du chirurgien et le temps moyen passé en salle ($p < 0.05$, $\rho = -0.74$), entre le nombre d'interventions global du chirurgien et le temps d'allumage du robot ($p < 0.05$, $\rho = -0.32$), entre le nombre d'interventions global du chirurgien et le temps de préparation anesthésique ($p < 0.05$, $\rho = -0.75$) ainsi qu'entre le nombre d'interventions global du chirurgien la durée d'intervention ($p < 0.05$, $\rho = -0.73$). Le temps d'ischémie chaude est aussi corrélé au nombre d'interventions réalisées par le chirurgien seul au CHU de Nantes ($p < 0.05$, $\rho = -0.52$) et avec le nombre global d'interventions ($p < 0.05$; $\rho = -0.51$). Toutefois, les résultats fournis par la DAF ne permettent pas d'établir de corrélation entre la durée opératoire et les frais chirurgicaux.

VII.3.2. Les données prospectives

A partir des fiches de recueil remplies par les IBODE au bloc chirurgical, nous avons inclus quatre néphrectomies partielles robot-assistées réalisées entre Janvier et Août 2020 au CHU de Nantes par quatre chirurgiens. Les caractéristiques anesthésiques et physiopathologiques préopératoires des patients sont décrites dans les annexes 31 et 32. Les données opératoires des NPRA observées sont décrites en annexe 33. Trois séjours se classent dans le GHM 11C021 tandis que le dernier séjour se classe dans le GHM17C071.

Les coûts moyens des ressources humaines et matérielles consommées lors des NPRA observées sont rapportés en annexe 34. Ils sont décrits globalement et par poste de dépense chirurgical, anesthésique et robotique. Nous avons constaté que le coût moyen de la prise en charge au bloc chirurgical est moindre pour l'un des deux chirurgiens, aussi bien pour les dépenses chirurgicales que pour les dépenses anesthésiques. Toutefois, ces différences ne sont pas significatives. De plus, une CRA du deuxième chirurgien a été précédée par l'ablation d'un neuromodulateur.

VII.3.3 La modélisation de l'impact de certains postes de dépenses

La figure 42 modélise l'impact de la variation des principaux postes de dépenses sur la balance financière globale des séjours associés aux prostatectomies robot-assistées.

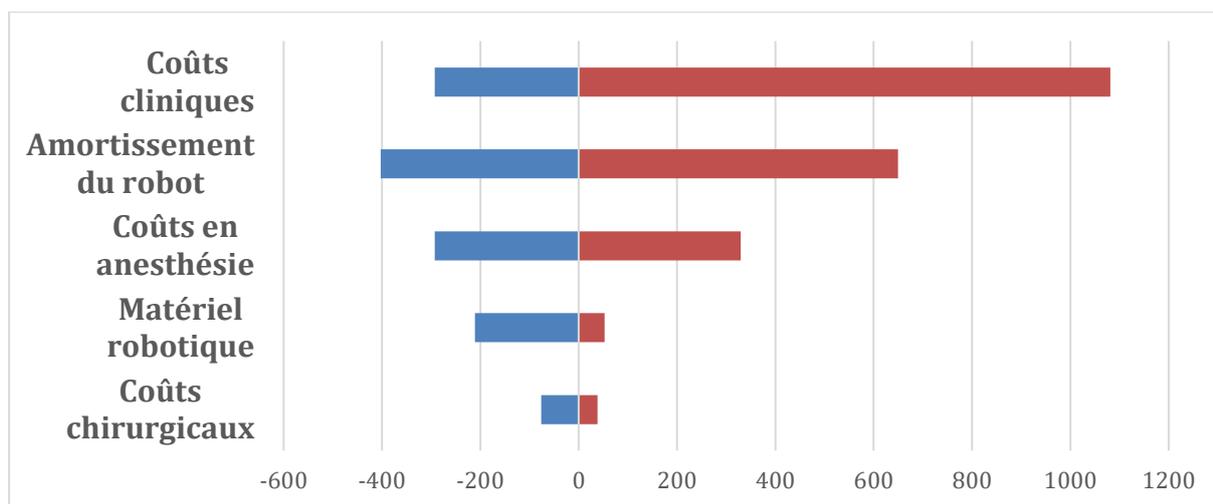


Figure 42- La représentation Tornado des variations des coûts des principaux postes de dépenses des néphrectomies partielles robot-assistées

Dans le cas des frais d'amortissement du robot, nous avons modélisé en borne basse l'impact de la réalisation de 500 interventions robotiques annuelles et en borne haute l'impact de la réalisation de 250 interventions annuelles. Pour les instruments robotiques, nous avons modélisé en borne basse l'impact d'une configuration à quatre instruments utilisée par un chirurgien (une pince Maryland, une paire de ciseaux courbes monopolaires et une pince Prograsp et un Porte-aiguilles) par rapport à une configuration à cinq instruments (deux Porte-aiguilles, une pince Maryland, une paire de ciseaux courbes monopolaires et une pince Prograsp) observées dans l'étude rétrospective. Concernant les frais cliniques, nous avons modélisé l'impact des variations de durées de séjours de l'étude rétrospective depuis la plus courte (2.0 jours) à la plus longue (8.0 jours). Enfin, concernant les frais chirurgicaux et anesthésiques, nous avons modélisé à partir des données prospectives l'impact financier des différences de performance en termes de DOM et temps de présence en salle moyen entre le chirurgien le plus performant en borne basse et le moins performant en borne haute. Les bornes sont ainsi décrites dans le tableau 32.

Tableau 30 - Les bornes de variation en euros TTC des postes de dépenses des néphrectomies robot-assistées

	Borne basse	Borne haute	Coût moyen
Frais d'amortissement du robot	1051.9	2103.9	1454.3
Instruments robotiques	1240	1500	1447.2
Frais de séjour cliniques	458.0	1832.4	750.8
Chirurgie	405.4	520.0	481.8
Anesthésie	867.9	1440.2	1110.6

VIII. Discussion

VIII.1. La balance financière des séjours

Les résultats suggèrent que la rentabilité de la chirurgie urologique robot-assistée dépend du type d'intervention. Dans le cadre de notre étude rétrospective, nous nous sommes intéressés à la balance financière de chaque séjour, soit la différence entre le coût estimé et les recettes. Les séjours associés aux PTRAs incluses sont significativement déficitaires (-2627.9 euros TTC, $p < 0.05$). Toutefois, les séjours associés aux CRA ne sont pas significativement déficitaires (-1582.6 euros TTC, $p < 0.05$). Dans le cas des CRA, les prises en charges oncologiques sont significativement déficitaires (-3662.5 euros TTC, $p < 0.05$) tandis que les séjours associés aux CRA fonctionnelles ne sont pas significativement déficitaires (-812.3 euros TTC, $p=0.35$). Il est également intéressant de distinguer les CRA suivant le type de dérivation urinaire. En effet, les séjours associés à une CRA avec dérivation urinaire continente de type Bricker sont significativement déficitaires (-1703.2 euros TTC, $p < 0.05$), tandis que les CRA avec enterocystoplastie ne sont pas significativement déficitaires (-1229.0 euros TTC, $p = 0.29$). Les séjours associés aux NPRAs présentent quant à eux une balance moyenne non significativement déficitaire (-588.0 euros TTC, $p=0.14$).

VIII.2. Les principaux postes de dépenses

Si les coûts moyens globaux estimés varient significativement suivant le type d'intervention ($p < 0.05$), les cinq postes de dépenses prépondérants des PTRAs, CRA et NPRAs sont identiques, avec une importance variable. Les consommables médicaux constituent le principal poste de dépenses quel que soit le type d'intervention. Pour les CRA, dont les séjours sont significativement plus longs (9.6 jours en moyenne contre 3.7 jours pour les PTRAs et 3.4 jours pour les NPRAs, $p < 0.05$), les dépenses cliniques sont le deuxième poste de dépenses, complétées par ordre décroissant par les coûts d'amortissement du robot Da Vinci, par les dépenses anesthésiques et par les dépenses chirurgicales. Dans leur modélisation, Martin et al. considèrent par ordre décroissant les ressources opératoires humaines et matérielles, les dépenses cliniques, le matériel robotique et l'amortissement du robot comme étant les principales dépenses déterminant le coût d'une CRA(89). Lee et al. ont quant à eux identifié les coûts liés à l'utilisation de la salle (7637\$ en moyenne), les coûts liés à la durée de séjour (5907\$ en moyenne), les coûts liés aux instruments (3905\$), les coûts liés à la prise en charge des complications (3482\$) comme principales dépenses lors d'un séjour associé à une CRA(90). Pour les séjours associés aux NPRAs et aux PTRAs, les coûts d'amortissement du robot sont le deuxième poste de dépenses, complétés par les coûts chirurgicaux, les coûts anesthésiques puis les coûts de séjour.

VIII.3. Les facteurs de variabilité du coût des séjours

Nous avons modélisé l'impact de la variabilité de différents facteurs opératoires ou propres au séjour ou à l'activité robotique institutionnelle sur le coût des différents postes de dépenses et plus globalement sur le coût des séjours pour les PTRA, les NPRA et les CRA.

VIII.3.1. Les consommables médicaux

La consommation moyenne d'instruments robotiques varie significativement suivant l'opérateur quelle que soit l'intervention considérée. Ainsi, dans notre étude rétrospective, l'un des chirurgiens utilise en moyenne significativement moins d'instruments que ses confrères dans le cadre des PTRA (4.0 instruments contre 5.0 pour ses confrères, $p < 0.05$) et dans le cadre des NPRA (4.0 instruments contre 4.8 pour ses confrères, $p < 0.05$). Il utilise une configuration à un Porte-aiguilles, une pince Prograsp, une pince Maryland et une paire de ciseaux monopolaires courbes tandis que les autres opérateurs utilisent deux Porte-aiguilles sans différence du point de vue des autres instruments. Dans la mesure où chaque utilisation d'un instrument robotique est valorisée entre 260 euros TTC et 750 euros TTC, soit le coût d'un instrument divisé par le nombre d'utilisation théoriques de l'instrument considéré, cela peut constituer une réflexion intéressante dans le cadre d'une stratégie de contention des coûts robotiques par procédure. Delto et al. ont défini une boîte à outil « minimaliste » dans le cadre d'une PTRA se composant d'une paire de ciseaux monopolaires courbes, d'une pince Prograsps, d'une pince bipolaire fenestrée et d'un Porte-aiguilles. Ils ont conclu à une réduction de 40% des coûts instrumentaux par rapport à une composition à cinq instruments comprenant en plus de ces quatre instruments un Vessel Sealer ou une pince Ligasure®. Outre le coût d'une « vie » d'un instrument robotique, il faut aussi comptabiliser le coût énergétique d'un instrument puisque les instruments électro chirurgicaux sont alimentés en énergie par l'unité électro chirurgicale branchée sur le secteur(91). De la même manière, Ramirez et al. ont décrit une technique n'utilisant que 3 instruments dans le cadre d'une PTRA, soit un porte aiguille, un forceps prograsp, ainsi qu'une paire de ciseaux monopolaires courbes. Dans cette étude il n'y avait pas d'utilisation d'instruments à haute consommation énergétique (les instruments bipolaires notamment ou les Ligasure® robotiques). Ceci a conduit à une réduction de 40% des coûts opératoires alors que l'utilisation d'un seul au lieu de deux Porte-aiguilles permettrait une réduction de 12% des coûts en consommables robotiques sans changement de la durée opératoire, des pertes sanguines, ni des complications peropératoires ou des résultats fonctionnels (92). Toutefois, cette utilisation raisonnée des consommables robotiques ne doit pas induire un allongement de la durée opératoire, sans quoi les coûts chirurgicaux et anesthésiques excédentaires contrebalanceraient ces économies en consommables robotiques. Dans le cadre des NPRA, seul un chirurgien est plus performant que l'opérateur utilisant quatre instruments en termes

de temps opératoire (130.5 minutes contre 160.7 minutes, $p < 0.05$), en termes de temps d'allumage du robot (112.9 minutes contre 134.0 minutes, $p < 0.05$) et en termes de temps de présence en salle (199.8 minutes contre 240.0 minutes, $p < 0.05$). Dans le cadre des PTRAs, seul un opérateur est plus performant que lui en termes de temps opératoire (131.1 minutes contre 217.1 minutes, $p < 0.05$), en termes de temps d'allumage du robot (112.9 minutes contre 184.1 minutes, $p < 0.05$) et en termes de temps de présence en salle (195.5 minutes contre 293.7 minutes, $p < 0.05$). Dans le cas des CRA, si le panel moyen d'instruments utilisé par chaque chirurgien diffère par l'utilisation ou non du Vessel Sealer ($p < 0.05$), d'une pince cadière ($p < 0.05$) ou encore d'une pince Prograsp ($p < 0.05$), le nombre moyen d'instruments robotiques par intervention ne varie pas significativement d'un chirurgien à l'autre ($p=0.21$). Toutefois, nous avons constaté que la consommation moyenne d'instruments robotiques était significativement moindre ($p < 0.05$) lors d'une CRA fonctionnelle (4.1 instruments) par rapport à une CRA oncologique (5.1 instruments). Les variations de consommation d'instruments robotiques d'une intervention à une autre produisent des variations de coûts 260 euros TTC pour les NPRA et les PTRAs et de 1806 euros TTC dans le cas des CRA entre la configuration instrumentale la plus économique et la configuration la moins économique. Dans notre étude rétrospective, nous ne nous sommes intéressés qu'aux consommables chirurgicaux robotiques, du fait de l'absence de comptabilité de la consommation d'instruments non-robotiques. Dans notre étude prospective, la consommation de dispositifs médicaux robotiques ne variait pas significativement d'un chirurgien à un autre quelle que soit l'intervention considérée ($p > 0.05$). Une étude visant à déterminer l'impact de modifications organisationnelles minimales en salle d'intervention sur les coûts et sur les temps opératoires durant des PTRAs s'est aussi intéressée aux consommables chirurgicaux non-robotiques. L'une de ces modifications portait sur l'identification et l'élimination des instruments jetables non utilisés aussi bien vis-à-vis de l'instrumentation robotique, que de l'instrumentation générale, incluant l'élimination d'un troisième porte-aiguille, un deuxième dispositif d'aspiration-irrigation, et d'irrigation saline. Les auteurs estiment que la réduction des coûts en fournitures chirurgicales est valorisable à 609 dollars (93).

VIII.3.2. Les coûts chirurgicaux et anesthésiques

Les durées opératoires varient significativement d'un opérateur à l'autre quelle que soit l'intervention. Ainsi, dans le cas des CRA de notre échantillon rétrospectif, nous avons constaté des différences significatives selon les opérateurs en termes de temps d'allumage du robot ($p < 0.05$) et en termes de temps moyen de présence en salle ($p < 0.05$). Aucune différence significative n'est toutefois décrite entre les CRA oncologiques et celles fonctionnelles, malgré une différence significative de coûts chirurgicaux et anesthésiques pour ces types de prise en charge dans les données de la DAF. Les différences de temps

opératoires ne sont pas significatives pour les CRA prospectives, bien qu'un des deux chirurgiens présente des temps d'intervention et de présence en salle inférieurs à son confrère. Pour les PTRAs comme pour les NPRAs rétrospectives, il existe des différences significatives en termes de temps d'installation du patient ($p < 0.05$), de durée opératoire ($p < 0.05$), de temps d'allumage du robot ($p < 0.05$), et de temps de présence en salle ($p < 0.05$). Dans notre échantillon prospectif de PTRAs, l'un des chirurgiens est significativement plus performant que ses confrères en termes de durée opératoire moyenne ($p < 0.05$) et en termes de temps de présence en salle d'intervention ($p < 0.05$). Quel que soit le type d'intervention observée, nous avons pu objectiver une corrélation inverse significative entre l'expérience de l'opérateur, comme opérateur seul et/ou en télécompagnonnage au CHU de Nantes, et le temps passé en salle d'une part et entre l'expérience et la durée moyenne opératoire d'autre part. Pour les CRA, cette corrélation inverse ne se vérifie que pour les CRA oncologiques, tant pour le temps de présence en salle ($p < 0.05$), que pour la durée d'intervention ($p < 0.05$). Ces éléments concordent avec les données de la littérature faisant état d'une diminution de la durée opératoire avec l'expérience à mesure que l'opérateur progresse dans sa courbe d'apprentissage. Yu et al. ont comparé les coûts totaux associés de 11513 PTRAs dans plus de mille hôpitaux américains en fonction du volume opératoire de l'hôpital considéré. Les PTRAs réalisées dans les hôpitaux à haut volume opératoire, soit plus de 55 PTRAs par an, étaient associées à des coûts totaux (8623\$) significativement inférieurs ($p < 0,05$) par rapport aux hôpitaux à faible volume opératoire, soit moins de 15 PTRAs annuelles (12754\$)(94). L'expérience est associée à une réduction de la DOM se traduisant par une réduction des coûts associés. Leow et al. ont comparé les coûts directs d'hospitalisation à 90 jours de 629 593 prostatectomies ouvertes (PTO) et robot-assistées (PTRAs) dans plus de 1000 hôpitaux. La PTRAs était associée à des coûts globaux significativement plus élevés ($p < 0,05$) qu'en PTO (respectivement 14897\$ et 6127\$). Toutefois, en considérant la fraction de chirurgiens avec le plus grand volume opératoire (quatrième quartile soit plus de 104 PTRAs annuelles) et la fraction d'hôpitaux avec le plus grand volume opératoire (quatrième quartile soit plus de 318 PTRAs par an), les coûts d'hospitalisation à 90 jours ne différaient plus significativement par rapport à la voie ouverte(95). L'intégration de chirurgiens en début de courbe d'apprentissage, dont le temps opératoire va diminuer à mesure qu'ils progressent est un aspect crucial du programme robotique. Une étude s'est d'ailleurs intéressée à cette problématique dans le cadre de la PTRAs. Ainsi, les chirurgiens en apprentissage disposent d'objectifs temporels, la séquence opératoire étant découpée en étapes assignées à des objectifs de temps. Si une étape donnée n'est pas réalisée durant les 60% du temps maximal prédéfini sur la base du niveau d'apprentissage de l'aspirant, le chirurgien référent opère jusqu'à ce que ce retard de temps ait été récupéré. Au total, ils ont observé 100 interventions

avant et 100 interventions après ces modifications. Le temps opératoire moyen a été réduit de 256.2 à 238.8 minutes ($p < 0.05$). Les auteurs estiment que cette réduction de durée opératoire se traduit par une réduction des coûts en salle d'intervention de 1638 dollars. Des variations même minimales de durée opératoire ne devraient pas être négligées car elles représentent des économies de coûts significatives. Cela permet également de standardiser le programme de formation à cette technique des chirurgiens en début de courbe d'apprentissage(93).

Les coûts chirurgicaux et anesthésiques fournis par la DAF sont répartis entre les séjours d'un même GHM selon des clés de répartition indépendantes des données opératoires. Nous n'avons donc pas pu utiliser que les données prospectives pour modéliser l'impact de la durée opératoire sur les coûts chirurgicaux et anesthésiques. Ainsi, les différences de durées opératoires moyennes entre le chirurgien le plus performant et le chirurgien le moins performant produisent des différences de coût chirurgicaux et anesthésiques respectivement de 406.7 euros TTC et de 663.5 euros TTC dans le cas des PTRAs, 114.6 et 572.3 euros TTC dans le cas des NPRA et de 239.1 euros TTC et 351.4 euros TTC dans le cas des CRA.

VIII.3.3. La durée de séjour

Les frais de séjour constituent un facteur de variabilité important du coût du séjour puisqu'il existe pour les trois types d'interventions étudiées une corrélation significative entre le coût du séjour et la durée d'hospitalisation en unité de soins cliniques ($p < 0.05$). En dépit des études suggérant une corrélation entre le niveau d'expérience du chirurgien et la durée moyenne de séjour des patients pris en charge, notre étude rétrospective n'a pas permis d'objectiver de diminution significative de la DMS avec l'expérience de l'opérateur, quel que soit le type d'intervention considéré. Les variations des durées de séjour constatées dans notre étude, de la durée de séjour la plus courte à la durée de séjour la plus importante, produisent des variations de coûts du poste clinique de 4122.9 euros TTC dans le cas des CRA, 1374.4 euros TTC dans le cas des NPRA et 3315.9 euros TTC dans le cas des PTRAs. Aussi dans le cas des CRA, le coût significativement supérieur des CRA associées à une dérivation urinaire continente de type Bricker par rapport à celles associées à une enterocystoplastie ($p < 0.05$) semble dû à une durée de séjour supérieure dans le groupe Bricker, malgré l'absence de significativité statistique ($p=0.06$).

Une étude a étudié la faisabilité d'une PTRa ambulatoire pour des patients répondant à certains critères bien spécifiques. Ainsi trente patients de moins de soixante-cinq ans présentant un cancer de la prostate localisé, dont le score ASA est inférieur à trois et dont l'IMC est inférieur à trente-cinq ont été inclus dans cette étude. La durée moyenne d'hospitalisation était de 14 heures, contre 44 heures dans le groupe témoins bénéficiant d'une prise en charge standard, soit une différence significative ($p < 0.05$). Ainsi, vingt-six de ces trente patients étaient sortants le jour même. Sur la base de patients ciblés, les PTRAs

ambulatoires peuvent constituer une option intéressante se traduisant par une diminution du poste de dépenses cliniques (96).

VIII.3.4. Le nombre de vacances chirurgicales annuel

En considérant le coût d'acquisition du robot Da Vinci Xi® qui est de 2 256 000 euros TTC avec les diverses remises et la reprise du système robotique antérieur, le coût de maintenance annuelle qui est de 210000 euros TTC, la durée d'amortissement qui est de 7 ans et les trois cent soixante-six interventions réalisées en 2018, le coût d'amortissement imputable à chaque intervention est donc de 1454.3 euros TTC. Une variation du nombre d'interventions annuelles de 253 à 506 interventions robot assistées produit une variation du coût d'amortissement de 1052 euros TTC par intervention robot-assistée. La programmation des vacances chirurgicales robotiques doit répondre à deux impératifs : développer et maintenir le niveau d'expertise des différents chirurgiens et l'amortissement des coûts d'acquisition et de maintenance du robot Da Vinci. Ainsi cette programmation doit tenir compte des durées opératoires prévisionnelles selon l'état d'avancement de la courbe d'apprentissage du chirurgien et selon la difficulté de l'intervention prévue, de manière à optimiser la programmation des vacances chirurgicales. Le temps de rotation entre deux chirurgies est un élément prépondérant de manière à optimiser la programmation chirurgicale. Souders et al ont mis en œuvre un programme d'optimisation du turnover en chirurgie robotique, calqué sur le modèle « arrêt au stand ». Le turnover est réalisé selon une séquence logique prédéfinie attribuant de façon coordonnée les tâches complémentaires à toute l'équipe chirurgicale pour prévenir les omissions et les redondances de tâches et optimiser le processus. L'application de leur modèle a permis une réduction significative ($p < 0,05$) du temps de rotation total entre deux patient de 99.2 à 42 minutes, à 1 mois et 53,2 minutes à 3 mois après l'application de cette nouvelle organisation(83).

VIII.4. La stratégie de contention des coûts

Dans leur étude comparant le coût global d'une prise en charge par NPRA à une prise en charge par voie ouverte, Abd el Fattah et al. ont conclu que le coût global moyen était significativement plus élevé dans le groupe NPR (9253 contre 7448 euros TTC, $p < 0,05$), malgré une diminution du coût lié à la durée d'hospitalisation (4349 contre 5765 euros TTC) dans le groupe NPRA. Le coût d'amortissement du robot, représentant un surcoût moyen de 2138 euros TTC par intervention, ainsi que le coût en matériel significativement plus élevé en NPRA ($p < 0,05$), sont principalement responsables de ce surcoût. Ils ont alors modélisé l'impact de certains paramètres vis-à-vis du coût global d'un séjour (durée du séjour, la durée opératoire, la durée d'amortissement du robot et le nombre d'interventions robotiques annuel...) afin de proposer une stratégie de contention des coûts tendant à équilibrer la balance financière des séjours. Par exemple, porter l'activité robotique annuelle institutionnelle de cent quatre-vingt-un à trois cents interventions robotiques réduirait le coût d'amortissement

du robot par intervention entre 500 à 1000 euros TTC, réduire la durée moyenne de séjour de 6.1 jours à 4.0 jours permettrait une économie d'environ 1500 euros TTC (...). Les auteurs estiment que la rentabilisation de la technique robotique, pour un coût global total inférieur ou égal aux recettes, passe par une action simultanée sur l'amortissement du robot, sur la consommation de ressources matérielles en limitant l'utilisation des consommables chirurgicaux, sur la consommation de ressources humaines opératoires diminuant à mesure que les chirurgiens progressent dans leur courbe d'apprentissage, et sur la durée du séjour. Fait intéressant dans cette étude, le différentiel moyen entre le coût réel et le GHS tend à diminuer avec l'expérience, puisqu'il passe de -2960 euros TTC la première année à -1006 euros TTC la quatrième année étudiée. Les principaux postes de dépense impactés par le gain d'expérience du chirurgien sont la consommation peropératoire de matériel et les frais de séjour en rapport avec une tendance à la diminution de la durée de séjour pour les patients hospitalisés dans le cadre d'une néphrectomie partielle(97).

Dans le cas du CHU de Nantes, l'optimisation des coûts semble aussi passer par une action portant simultanément sur plusieurs postes de dépenses. Par exemple, une prise en charge ambulatoire d'une PTRA par un chirurgien n'utilisant que quatre instruments au lieu de cinq, présentant une durée opératoire en dessous de la moyenne observée au sein d'un établissement avec un nombre d'interventions annuelles sensiblement supérieur à celui actuellement observé ne pourrait que concourir à la rentabilité des PTRA. Toutefois, l'hétérogénéité clinique des patients, dont la prise en charge peropératoire et/ou post-opératoire est susceptible de se complexifier, l'intégration nécessaire de chirurgiens inexpérimentés au programme robotique, naturellement associée à des durées opératoires plus longues en début de courbe d'apprentissage, induisent des surcoûts chirurgicaux, anesthésiques et/ou cliniques importants qu'il semble difficile de contenir. L'implication des chirurgiens expérimentés dans la formation des jeunes chirurgiens, permettant d'assurer leur formation tout en contenant les durées opératoires, une programmation optimisée, tenant compte des durées prévisionnelles opératoires, une rotation optimisée entre deux interventions sont en tout cas des pistes de contention des coûts envisageables.

VIII.5. Les limites de ce travail

Initialement nous avons envisagé une approche exclusivement prospective, consistant en un recueil exhaustif de la consommation de ressources humaines et matérielles opératoires et peropératoires durant les CRA, les PTRA et les NPRA réalisées entre janvier 2020 et fin août 2020. Les coûts de séjour non quantifiables par nos soins devaient alors être ventilés à partir des données de l'ENC 2018, selon le GHM codé par le SIM pour chaque séjour et suivant la durée de séjour renseignée dans le résumé de sortie standardisé. Toutefois, compte tenu de la déprogrammation chirurgicale massive dans le contexte d'épidémie au Coronavirus, nous

n'avons pu inclure que dix-huit patients en prospectif. Nous avons donc également réalisé une étude rétrospective portant sur les CRA, PTRAs et NPRA réalisées en 2018. L'inconvénient de cette méthodologie, par opposition à la méthodologie prospective précédemment décrite, est l'impossibilité de réaliser une comptabilité des dispositifs médicaux autres que les consommables robotiques, puisque les dispositifs médicaux intra-GHS ne font l'objet d'aucune traçabilité. Aussi, l'utilisation des données de coûts fournies par la direction des affaires financières sur la base de l'ENC 2018 pour chaque séjour inclus n'est pas le reflet des consommations exactes de biens médicaux durant un séjour donné. En effet, ces coûts ont été répartis selon des clés de répartition pour chaque séjour d'un GHM donné par la DAF à posteriori du séjour. Ces estimations de coûts ne rendent pas un compte précis de la consommation effective des ressources pour certains postes de dépenses. A titre d'exemple, les postes de dépenses chirurgicaux et anesthésiques fournis par la DAF ne sont pas corrélés aux durées opératoires retrouvées dans les rapports d'intervention. Aussi, les coûts d'amortissements du robot ne sont pas corrélés au nombre d'interventions robotiques réalisées en 2018.

Il s'agit d'une étude monocentrique, les résultats ne sont donc pas superposables à tous les établissements. Des variations peuvent exister notamment en ce qui concerne les DM utilisés et leur coût d'achat, le coût horaire du personnel, ou encore la DMS.

Conclusion

Si son adoption a été plus tardive qu'aux Etats-Unis, la chirurgie urologique robot-assistée a connu un essor récent en France, notamment au CHU de Nantes. En 2018, sur les trois cent soixante-six interventions de chirurgie robotique au CHU de Nantes, deux cent treize interventions urologiques ont été réalisées sur le robot Da Vinci®, dont soixante-dix prostatectomies totales, quarante-deux cystectomies totales et trente-cinq néphrectomies partielles. Si l'activité chirurgicale urologique ne cesse de croître, comme en attestent ces chiffres, la rentabilité et l'efficience de cette technique sont légitimement questionnées par la communauté chirurgicale devant les coûts importants engagés par ces techniques innovantes.

Dans cette étude, la rentabilité de la chirurgie urologique robot-assistée dépend du type d'intervention chirurgicale considérée. Ainsi, au regard des données fournies par la direction des affaires financières du CHU de Nantes, les séjours associés aux prostatectomies totales robot-assistées présentent une balance moyenne négative de 2191.0 euros TTC, quel que soit le GHM considéré. La balance moyenne des néphrectomies partielles robot-assistées n'est quant à elle pas significativement déficitaire (-113.4 euros TTC), bien que les séjours classés en 11C021 correspondant au plus faible niveau de gravité soient significativement déficitaires (-508.8 euros TTC). Les séjours associés aux cystectomies robot-assistées ne sont pas significativement déficitaires (-1145.7 euros TTC). Toutefois dans ce dernier cas, les cystectomies robot-assistées relevant d'une indication oncologique sont significativement déficitaires (-3225.6 euros TTC), tandis que celles relevant d'une indication fonctionnelle ne sont pas significativement déficitaires (-375.4 euros TTC). De même, les cystectomies avec dérivation par Bricker sont significativement déficitaires (-1703.2 euros TTC) tandis que celles avec dérivation par enterocystoplastie ne sont pas significativement déficitaires (-1229.0 euros TTC).

En caractérisant les postes de dépenses déterminant ces séjours, nous avons constaté que les principaux déterminants des coûts des séjours sont les dépenses en consommables médicaux incluant l'instrumentation chirurgicale robotique ou non robotique, les dépenses cliniques liées à l'hébergement en unité de soins cliniques et variant considérablement suivant la durée du séjour, les dépenses chirurgicales et anesthésiques conditionnées par la durée opératoire, et l'amortissement des frais d'acquisition et d'amortissement du robot. Nous avons constaté, conformément aux conclusions similaires, que la réduction du coût global d'un séjour implique une action, pas uniquement sur l'un de ces postes de dépenses, mais s'exerçant simultanément sur plusieurs d'entre eux afin de tendre vers un modèle financièrement viable. Toutefois, certains postes de dépenses, corrélés au niveau d'expérience du chirurgien, notamment les coûts opératoires et anesthésiques, ne peuvent être contenus en début de

courbe d'apprentissage. Il est donc important que l'organisation de cette activité développe et maintienne le niveau d'expertise des chirurgiens tout en garantissant sa viabilité financière. Ainsi, la mise en œuvre de programmes standardisés de formation initiale des chirurgiens à la chirurgie robot-assistée paraît cruciale, afin de réduire le temps nécessaire à l'obtention de performances chirurgicales satisfaisantes, tant en termes médicaux qu'en termes économiques. Ceci concorde avec les conclusions de la Haute Autorité de Santé dans son rapport intitulé « Évaluation des dimensions clinique et organisationnelle de la chirurgie robot-assistée dans le cadre d'une prostatectomie totale » déplorant l'hétérogénéité de cette formation d'un centre hospitalier à un autre et l'absence de cadre national de formation à la chirurgie robot-assistée.

Bibliographie

1. Haute autorité de santé. Détection précoce du cancer de la prostate - Actualisation du référentiel de pratiques de l'examen périodique de santé (EPS). Haute autorité de santé; 2013 mai. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-07/referentieleps_format2clic_kc_prostate_vfinale.pdf
2. LEROI AM, LE NORMAND L. Physiologie de l'appareil sphinctérien urinaire et anal pour la continence. Progrès en Urologie. 15:123-48.
3. RUFFION A, DOMINIQUE I, TERRIER JE. Chapitre 16 - Tumeurs de la prostate. In: Référentiel collège d'urologie. ELSEVIER/MASSON. 2018.
4. Crouzet S, Haber G-P. Prostatectomie partielle comme traitement des tumeurs de prostate antérieures, isolées et ciblées. Prérequis, technique chirurgicale et résultats oncologiques et fonctionnels. 2016 [cité 6 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.urofrance.org/base-des-congres/prostatectomie-partielle-comme-traitement-des-tumeurs-de-prostate-anterieures>
5. Rozet F, Hennequin C, Beauval J-B, Beuzeboc P, Cormier L, Fromont-Hankard G, et al. Recommandations françaises du Comité de Cancérologie de l'AFU – Actualisation 2018–2020 : cancer de la prostate. Progrès en Urologie. 1 nov 2018;28:R81-132.
6. SALOMON L, Rozet F, Soulié M. La chirurgie du cancer de la prostate : principes techniques et complications péri-opératoires. Progrès en Urologie. 2015;25(15):966-98.
7. Yuh B, Gin G. Robot-Assisted Radical Prostatectomy. The SAGES Atlas of Robotic Surgery. 2018;113-25.
8. ATIH. Tarifs MCO et HAD | Publication ATIH. 2020 [cité 10 août 2020]. Disponible sur: <https://www.atih.sante.fr/tarifs-mco-et-had>
9. Dr Bouayed. Anatomie de la vessie. 2014. Disponible sur: <http://univ.ency-education.com/uploads/1/3/1/0/13102001/anato2an31-vessie.pdf>
10. Vessie neurogène - Troubles génito-urinaires. Édition professionnelle du Manuel MSD. [cité 5 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.msmanuals.com/fr/professional/troubles-g%C3%A9nito-urinaires/troubles-de-la-miction/vessie-neurog%C3%A8ne>
11. Prise en charge de la vessie neurogène - Revue Médicale Suisse. [cité 5 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/RMS/2009/RMS-228/Prise-en-charge-de-la-vessie-neurogene>
12. Université médicale virtuelle francophone - Collège français des pathologistes. Item 311 (ex item 160 bis) – Tumeurs vésicales. 2014 [cité 10 août 2020]. Disponible sur: http://campus.cerimes.fr/anatomie-pathologique/enseignement/anapath_36/site/html/2.html
13. Pr Birembault. Tumeurs des voies urinaires. 2014. Disponible sur: https://www.chu-reims.fr/ckeditor_assets/attachments/210/7_diu_2014_tumeurs_voies_urinaires_p_birembault.pdf
14. Rouprêt M, Neuzillet Y, Pignot G, Compérat E, Audenet F, Houédé N, et al. French ccAFU guidelines – Update 2018–2020: Bladder cancer. Prog Urol. 20 2019;28(S1):R48-80.

15. Masson E. Cystoprostatectomie totale laparoscopique robot-assistée pour le traitement des tumeurs de la vessie infiltrant le muscle. EM-Consulte. [cité 10 août 2020]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/1216567/cystoprostatectomie-totale-laparoscopique-robot-as>
16. Zhumkhawala A, Warner J, Chan K. Robotically-Assisted Laparoscopic Radical Cystoprostatectomy and Anterior Exenteration. In 2018. p. 131-57.
17. Cystectomie et dérivations urinaires : techniques et accompagnement. 2020 [cité 12 août 2020]. Disponible sur: <https://www.urofrance.org/base-bibliographique/cystectomie-et-derivations-urinaires-techniques-et-accompagnement>
18. Chaffanjon P. Reins et vaisseaux. 2011. Disponible sur: http://unf3s.cerimes.fr/media/paces/Grenoble_1112/chaffanjon_philippe/chaffanjon_philippe_p12/chaffanjon_philippe_p12.pdf
19. Masson E. Anatomie des reins et de la voie excrétrice supérieure. EM-Consulte. [cité 10 août 2020]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/179610/anatomie-des-reins-et-de-la-voie-excretrice-superi>
20. Dessins anatomiques du rein. Palli-Science : site officiel de formation en soins palliatifs et oncologie de 1ère ligne. 2013 [cité 12 août 2020]. Disponible sur: <https://palli-science.com/content/dessins-anatomiques-du-rein>
21. Université médicale francophone virtuelle - Collège universitaire des urologues. Item 308 (Item 158) – Cancer du rein. 2014.
22. Rébillard X, Grosclaude P, Leone N, Velten M, Coureau G, Villers A, et al. Projection de l'incidence et de la mortalité par cancer urologique en France en 2012. Progrès en Urologie. 1 nov 2013;23:S57-65.
23. Bosniak MA. The use of the Bosniak classification system for renal cysts and cystic tumors. J Urol. mai 1997;157(5):1852-3.
24. Bensalah K, Albiges L, Bernhard J-C, Bigot P, Bodin T, Boissier R, et al. [French ccAFU guidelines - Update 2018-2020: Management of kidney cancer]. Prog Urol. 2018;28 Suppl 1:R5-33.
25. Huang WC, Levey AS, Serio AM, Snyder M, Vickers AJ, Raj GV, et al. Chronic kidney disease after nephrectomy in patients with renal cortical tumours: a retrospective cohort study. Lancet Oncol. sept 2006;7(9):735-40.
26. Vuong N-S. Néphrectomie partielle pour tumeur rénale: évolution des pratiques sur 30 ans dans le service d'urologie du CHU de Bordeaux. Bordeaux; 2017.
27. BARBIER E. Néphrectomie partielle coelioscopique assistée par robot : résultats carcinologiques et fonctionnels à partir de 60 cas. Nancy; 2011.
28. Lavallée S, Brunie L, Mazier B, Cinquin P. Matching of Medical Images for Computed and Robot Assisted Surgery. NY IEEE. 1991.
29. Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé. La chirurgie assistée par ordinateur - Rapport d'étape. 2002.

30. CAPEK K. RUR : Rossum's Universal Robots. Babelio. 2020. 220 p. Disponible sur: <https://www.babelio.com/livres/Karel-Capek-RUR--Rossums-Universal-Robots/333401>
31. Robot. In: Wikipédia. 2020 [cité 10 août 2020]. Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Robot&oldid=171639115>
32. Larousse É. Définitions : robot - Dictionnaire de français Larousse. [cité 10 août 2020]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/robot/69647>
33. Matignon L. Introduction à la robotique Licence 1ère année. Université de Caen Basse-Normandie; 2011.
34. Robotique. In: Wikipédia. 2020 [cité 10 août 2020]. Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Robotique&oldid=171073317>
35. Asimov I. Menteur ! 1941.
36. Asimov I. Le cycle des robots. J'ai Lu. 1950.
37. Asimov I. Les robots. Gnome Press. 1950.
38. Fiorini P. History of Robots and Robotic Surgery. In: Fong Y, Woo Y, Hyung WJ, Lau C, Strong VE, éditeurs. The SAGES Atlas of Robotic Surgery. Cham: Springer International Publishing; 2018 [cité 10 août 2020]. p. 3-14. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-3-319-91045-1_1
39. Mendivil A, Holloway R, Boggess J. Emergence of robotic assisted surgery in gynecologic oncology: American perspective. *Gynecologic oncology*. 1 août 2009;114:S24-31.
40. Andriamanga C. Évaluation des dimensions clinique et organisationnelle de la chirurgie robot-assistée dans le cadre d'une prostatectomie totale. Haute Autorité de santé; 2016 p. 255.
41. Ziegelmann MJ, Gettman MT. Robotic Instrumentation and Operating Room Setup. In: Hemal AK, Menon M, éditeurs. Robotics in Genitourinary Surgery. Cham: Springer International Publishing; 2018 [cité 10 août 2020]. p. 29-43. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-3-319-20645-5_2
42. Intuitive Surgical. Manuel d'utilisation des instruments et accessoires pour les systèmes da Vinci Xi® et da Vinci X®.
43. Botchorishvili R, Velemir L, Wattiez A, Tran X, Bolandard F, Rabischong B, et al. Matériel et principes d'électrochirurgie. Université médicale virtuelle francophone. 2009 [cité 10 août 2020]. Disponible sur: <http://campus.cerimes.fr/chirurgie-generale/enseignement/coagulation/site/html/2.html>
44. Intuitive Surgical. Vessel Sealer Extend - Addendum au manuel d'utilisation.
45. Intuitive Surgical. SureForm 60 - Manuel d'utilisation du Stapler.
46. Tokas T, Gözen AS, Klein J, Tschada A, Frede T, Teber D, et al. Laparoscopy Versus Robotics: Ergonomics—Does It Matter? In: Hemal AK, Menon M, éditeurs. Robotics in Genitourinary Surgery. Cham: Springer International Publishing; 2018 [cité 10 août 2020]. p. 83-108. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-3-319-20645-5_6

47. International ergonomics association. Human Factors/Ergonomics (HF/E). <https://iea.cc/>. Disponible sur: <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>
48. Lux MM, Marshall M, Erturk E, Joseph JV. Ergonomic Evaluation and Guidelines for Use of the daVinci Robot System. *Journal of Endourology*. 14 janv 2010;24(3):371-5.
49. Bagrodia A, Raman JD. Ergonomic Considerations of Radical Prostatectomy: Physician Perspective of Open, Laparoscopic, and Robot-Assisted Techniques. *Journal of Endourology*. avr 2009;23(4):627-33.
50. Rodrigues Armijo P, Huang C-K, High R, Leon M, Siu K-C, Oleynikov D. Ergonomics of minimally invasive surgery: an analysis of muscle effort and fatigue in the operating room between laparoscopic and robotic surgery. *Surgical Endoscopy*. 1 juill 2019;33.
51. Van't Hullenaar et al. Ergonomic assessment of the da Vinci console in robot-assisted surgery in: *Innovative Surgical Sciences Volume 2 Issue 2 (2017)*. [cité 10 août 2020]. Disponible sur: <https://www.degruyter.com/view/journals/iss/2/2/article-p97.xml>
52. González-Sánchez M, González-Poveda I, Mera-Velasco S, Cuesta-Vargas AI. Comparison of fatigue accumulated during and after prolonged robotic and laparoscopic surgical methods: a cross-sectional study. *Surg Endosc*. 1 mars 2017;31(3):1119-35.
53. van't Hullenaar CDP, Bos P, Broeders IAMJ. Ergonomic assessment of the first assistant during robot-assisted surgery. *J Robotic Surg*. 1 avr 2019;13(2):283-8.
54. Seo HJ, Lee NR, Son SK, Kim DK, Rha KH, Lee SH. Comparison of Robot-Assisted Radical Prostatectomy and Open Radical Prostatectomy Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Yonsei Med J*. sept 2016;57(5):1165-77.
55. Huang X, Wang L, Zheng X, Wang X. Comparison of perioperative, functional, and oncologic outcomes between standard laparoscopic and robotic-assisted radical prostatectomy: a systemic review and meta-analysis. *Surg Endosc*. 2017;31(3):1045-60.
56. Satkunasivam R, Tallman CT, Taylor JM, Miles BJ, Klaassen Z, Wallis CJD. Robot-assisted Radical Cystectomy Versus Open Radical Cystectomy: A Meta-analysis of Oncologic, Perioperative, and Complication-related outcomes. *Eur Urol Oncol*. 2019;2(4):443-7.
57. Feng D, Liu S, Tang Y, Yang Y, Wei W, Han P. Comparison of perioperative and oncologic outcomes between robot-assisted and laparoscopic radical cystectomy for bladder cancer: a systematic review and updated meta-analysis. *Int Urol Nephrol*. 1 juill 2020;52(7):1243-54.
58. Xia L, Wang X, Xu T, Guzzo TJ. Systematic Review and Meta-Analysis of Comparative Studies Reporting Perioperative Outcomes of Robot-Assisted Partial Nephrectomy Versus Open Partial Nephrectomy. *Journal of Endourology*. 15 juin 2016;31(9):893-909.
59. Leow JJ, Heah NH, Chang SL, Chong YL, Png KS. Outcomes of Robotic versus Laparoscopic Partial Nephrectomy: an Updated Meta-Analysis of 4,919 Patients. *J Urol*. 2016;196(5):1371-7.
60. Agence nationale de sécurité des médicaments et des produits de santé. Bilan de l'enquête concernant les robots chirurgicaux Da Vinci de la société Intuitive Surgical à destination des professionnels de santé. ANSM; 2014 févr.

61. Soomro NA, Hashimoto DA, Porteous AJ, Ridley CJA, Marsh WJ, Ditto R, et al. Systematic review of learning curves in robot-assisted surgery. *BJS Open*. 29 nov 2019;4(1):27-44.
62. Chang Y, Qu M, Wang L, Yang B, Chen R, Zhu F, et al. Robotic-assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy From a Single Chinese Center: A Learning Curve Analysis. *Urology*. 1 juill 2016;93:104-11.
63. Guend H, Widmar M, Patel S, Nash GM, Paty PB, Guillem JG, et al. Developing a robotic colorectal cancer surgery program: understanding institutional and individual learning curves. *Surg Endosc*. 1 juill 2017;31(7):2820-8.
64. Vasdev N. Developing a Robotic Prostatectomy Service and a Robotic Fellowship Programme – Defining the Learning Curve. [cité 10 août 2020]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4024507/>
65. Davis JW, Kreaden US, Gabbert J, Thomas R. Learning Curve Assessment of Robot-Assisted Radical Prostatectomy Compared with Open-Surgery Controls from the Premier Perspective Database | *Journal of Endourology*. [cité 10 août 2020]. Disponible sur: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/end.2013.0534>
66. Herrell SD, Smith JA. Robotic-assisted laparoscopic prostatectomy: What is the learning curve? - *ScienceDirect*. [cité 10 août 2020]. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0090429505009386>
67. Fossati N, Di Trapani E, Gandaglia G, Dell'Oglio P, Umari P, Buffi NM, et al. Assessing the Impact of Surgeon Experience on Urinary Continence Recovery After Robot-Assisted Radical Prostatectomy: Results of Four High-Volume Surgeons. *Journal of Endourology*. 21 juill 2017;31(9):872-7.
68. Lavery HJ, Small AC, Samadi DB, Palese MA. Transition from laparoscopic to robotic partial nephrectomy: the learning curve for an experienced laparoscopic surgeon. *JSLs*. sept 2011;15(3):291-7.
69. Paulucci DJ, Abaza R, Eun DD, Hemal AK, Badani KK. Robot-assisted partial nephrectomy: continued refinement of outcomes beyond the initial learning curve - Paulucci - 2017 - *BJU International* - Wiley Online Library. [cité 10 août 2020]. Disponible sur: <https://bjui-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bju.13709>
70. Mottrie A, De Naeyer G, Schatteman P, Carpentier P, Sangalli M, Ficarra V. Impact of the learning curve on perioperative outcomes in patients who underwent robotic partial nephrectomy for parenchymal renal tumours. *Eur Urol*. juill 2010;58(1):127-32.
71. Buffi N, Lista G, Larcher A, Lughezzani G, Ficarra V, Cestari A, et al. Margin, ischemia, and complications (MIC) score in partial nephrectomy: a new system for evaluating achievement of optimal outcomes in nephron-sparing surgery. *Eur Urol*. oct 2012;62(4):617-8.
72. Hayn MH, Hussain A, Mansour AM, Andrews PE, Carpentier P, Castle E, et al. The learning curve of robot-assisted radical cystectomy: results from the International Robotic Cystectomy Consortium. *Eur Urol*. août 2010;58(2):197-202.
73. Guru KA, Perlmutter AE, Butt ZM, Piacente P, Wilding GE, Tan W, et al. The learning curve for robot-assisted radical cystectomy. *JSLs*. déc 2009;13(4):509-14.

74. Richards KA, Kader K, Pettus JA, Smith JJ, Hemal AK. Does Initial Learning Curve Compromise Outcomes for Robot-Assisted Radical Cystectomy? A Critical Evaluation of the First 60 Cases While Establishing a Robotics Program. *Journal of Endourology*. 11 août 2011;25(9):1553-8.
75. Collins JW, Tyritzis S, Nyberg T, Schumacher MC, Laurin O, Adding C, et al. Robot-assisted radical cystectomy (RARC) with intracorporeal neobladder – what is the effect of the learning curve on outcomes? *BJU International*. 1 janv 2014;113(1):100-7.
76. Smith R, Patel V, Satava R. Fundamentals of robotic surgery: a course of basic robotic surgery skills based upon a 14-society consensus template of outcomes measures and curriculum development. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*. 2014;10(3):379-84.
77. Perrenot C, Perez M. Les outils d'apprentissage en chirurgie robotique. *Oncologie*. 1 mai 2016;18(5):277-86.
78. Umari P, Gandaglia G, Fossati N, Volpe A, De Groot R, Mottrie A. Robotic Urologic Surgery: How to Make an Effective Robotic Program—A European Perspective. In: Hemal AK, Menon M, éditeurs. *Robotics in Genitourinary Surgery*. Cham: Springer International Publishing; 2018 [cité 10 août 2020]. p. 129-40. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-3-319-20645-5_9
79. Marecik SJ, Prasad LM, Park JJ, Jan A, Chaudhry V. Evaluation of midlevel and upper-level residents performing their first robotic-sutured intestinal anastomosis. *The American Journal of Surgery*. 1 mars 2008;195(3):333-8.
80. Pograjec A, Hubert J. Le rôle de l'IBODE en chirurgie robotique urologique. *Progrès en Urologie*. 1 nov 2019;29(15):899-903.
81. Berman J, Dajer E, Fong Y. Robotic Operating Rooms. In: Fong Y, Woo Y, Hyung WJ, Lau C, Strong VE, éditeurs. *The SAGES Atlas of Robotic Surgery*. Cham: Springer International Publishing; 2018 [cité 10 août 2020]. p. 15-28. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-3-319-91045-1_2
82. Haute autorité de santé. No Go au bloc opératoire Comment renforcer les barrières de sécurité ? 2018. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-11/1._ssp_no_go.pdf
83. Souders CP, Catchpole KR, Avenido RM, Solnik JM, Wood LN, Strauss PL, et al. Reducing Operating Room Turnover Time for Robotic Surgery Using a Motor-Racing Pit-Stop Model. *World J Surg*. août 2017;41(8):1943-9.
84. Mucksavage P, Eun DD. The Robotic Patient-Side Assistant. In: Hemal AK, Menon M, éditeurs. *Robotics in Genitourinary Surgery*. Cham: Springer International Publishing; 2018 [cité 10 août 2020]. p. 109-19. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-3-319-20645-5_7
85. Fisette J-F, Poder T. Robot chirurgical da Vinci au CHUS : conditions optimales d'implantation et d'utilisation. *Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé du centre hospitalier universitaire de Sherbrooke*; 2014 juin p. 14.
86. Or Z, Renaud T. Principes et enjeux de la tarification à l'activité à l'hôpital (T2A). 2009;29.

87. Ministère des solidarités et de la santé. Manuel des groupes homogènes de malades - Volume 1 Présentation et annexes générales. 2019. Disponible sur: https://solidarites-sante.gouv.fr/fichiers/bos/2019/sts_20190005_0001_p000.pdf
88. Agence technique de l'information sur l'hospitalisation. Guide de l'étude nationale des coûts à méthodologie commune. 2017. Disponible sur: https://www.atih.sante.fr/sites/default/files/public/content/3075/guide_enc_v2017_vdef.pdf
89. Martin AD, Nunez RN, Castle EP. Robot-assisted radical cystectomy versus open radical cystectomy: a complete cost analysis. *Urology*. mars 2011;77(3):621-5.
90. Lee R, Ng CK, Shariat SF, Borkina A, Guimento R, Brumit KF, et al. The economics of robotic cystectomy: cost comparison of open versus robotic cystectomy. *BJU international*. déc 2011;108(11):1886-92.
91. Delto JC, Wayne G, Yanes R, Nieder AM, Bhandari A. Reducing robotic prostatectomy costs by minimizing instrumentation. *Journal of Endourology*. mai 2015;29(5):556-60.
92. Assessing robot-assisted laparoscopic prostatectomy - *The Lancet*. [cité 5 oct 2020]. Disponible sur: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)30509-3/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)30509-3/fulltext)
93. Rebeck DA, Zhao LC, Helfand BT, Casey JT, Navai N, Perry KT, et al. Simple modifications in operating room processes to reduce the times and costs associated with robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Journal of Endourology*. juin 2011;25(6):955-60.
94. Yu H-Y, Hevelone ND, Lipsitz SR, Kowalczyk KJ, Nguyen PL, Hu JC. Hospital volume, utilization, costs and outcomes of robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *The Journal of Urology*. mai 2012;187(5):1632-7.
95. Leow JJ, Reese SW, Jiang W, Lipsitz SR, Bellmunt J, Trinh Q-D, et al. Propensity-matched comparison of morbidity and costs of open and robot-assisted radical cystectomies: a contemporary population-based analysis in the United States. *European Urology*. sept 2014;66(3):569-76.
96. Berger AK, Chopra S, Desai MM, Aron M, Gill IS. Outpatient Robotic Radical Prostatectomy: Matched-Pair Comparison with Inpatient Surgery. *Journal of Endourology*. mai 2016;30 Suppl 1:S52-56.
97. Comparaison médico-économique de la laparoscopie robot-assistée et de la lombotomie pour la réalisation de néphrectomies partielles pour cancer du rein. 2020 [cité 5 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.urofrance.org/base-bibliographique/comparaison-medico-economique-de-la-laparoscopie-robot-assistee-et-de-la>

ANNEXES

Annexe 1 - La classification pronostique des tumeurs vésicales n'infiltrant pas le muscle vésical

TNM	Morphologie	Grade	Histologie	Niveau de Risque
pTa	< 3 cm et Monofocale	G1	Pas de CIS	Faible
pTa	Multifocale et/ou > 3 cm	Et/ou G2	Pas de CIS	Intermédiaire
pTa	Indifférent	G3	Et/ou CIS	Haut
pT 1	Indifférent	< G3	+/- CIS	Haut
pT1	< 3 cm et Monofocale	G3	Pas de CIS	Haut
pTis	N/A	N/A	CIS isolé	Haut
pT1	Multifocal et/ou > 3cm	G3	+/- CIS	Très haut
pT1	Extension prostatique	agressif	+/- CIS	Très haut

Annexe 2 - La prise en charge thérapeutique des tumeurs vésicales non infiltrantes suivant le niveau de risque défini

Niveau de Risque	Traitement	PEC Récidive selon le risque	
Faible	Instillation post-opératoire précoce (IPOP)	Faible : fulguration ou surveillance active Sinon Prise en charge selon le risque	
Intermédiaire	IPOP puis Chimio ou BCG	Prise en charge selon le risque	
Haut Très haut	Deuxième RTUV : -Si T1 : BCG -Si T2 : CT	Précoce (< 12 mois)	Tardive (> 12 mois)
		Bas grade : BCG ou Mitomycine Haut grade : CT	Bas grade : BCG ou Mitomycine Haut grade : CT
Très Haut (Prostatique ou agressive)	CT	N/A	N/A
Haut risque non réséquée ou BCG-résistante	CT	N/A	N/A
CIS isolé	BCG	Persistance/Récidive : 2 ^{ème} BCG BCG-résistant : CT	N/A

Annexe 3 - La prise en charge thérapeutique des tumeurs vésicales infiltrant le muscle suivant la classification TNM

TVIM	Stade TNM	Patient	Prise en charge	TTT 2^{ème} ligne
Localisée	T2 à T3 N0 M0	« fit »	CNA + CT	pT3-pT4 et/ou atteinte ganglions : surveillance ou essai clinique
		« unfit »	CT	NR
Localement avancée ou ganglionnaire	T2-4 N0 M0 Ou T2-4 N+ M0	« fit »	Chimiothérapie d'induction	Si bonne réponse +/-CT
		« unfit »	GC ou G	
Métastatique	M+	« fit »	GC ou MVAC ou MVAC-HD	Pembrolizumab
		« unfit »	GC ou G	

Annexe 4 - Les groupes homogènes de séjours associés à la cystectomie totale pour affection non maligne au 1er Mars 2020

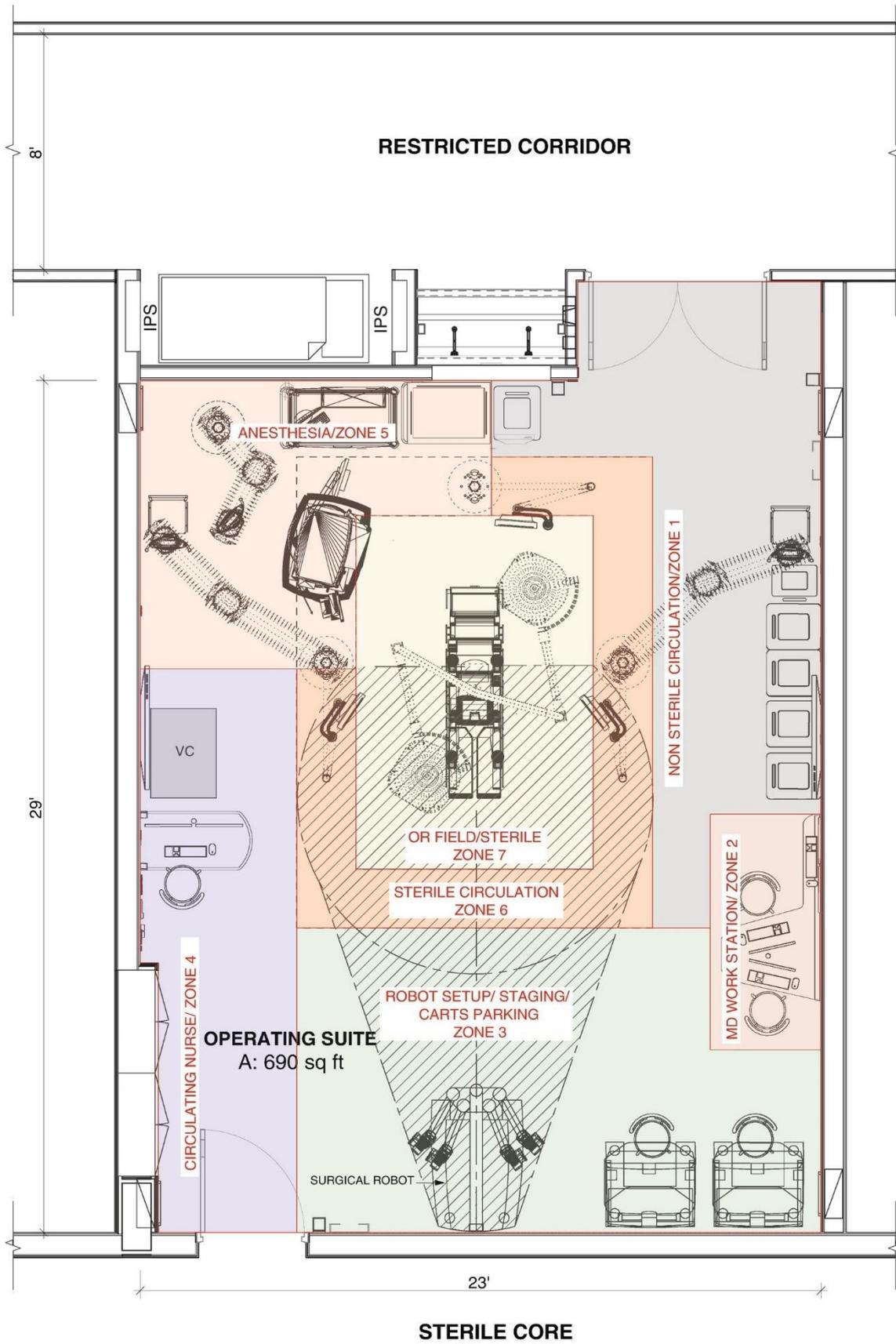
GHM	GHS	Libellé	Tarif (euros TTC)
11C03 1	4149	11C032 Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection non tumorale, niveau 1	4 684,68
11C03 1	4149	11C032 Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection non tumorale, niveau 1	4 020,35
11C03 2	4113	11C032 Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection non tumorale, niveau 2	7 601,43
11C03 2	4113	11C032 Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection non tumorale, niveau 2	6 937,11
11C03 3	4114	11C033 Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection non tumorale, niveau 3	11 810,35
11C03 3	4114	11C033 Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection non tumorale, niveau 3	11 146,02
11C03 4	4115	11C034 Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection non tumorale, niveau 4	17 115,12
11C03 4	4115	11C034 Interventions sur les reins et les uretères et chirurgie majeure de la vessie pour une affection non tumorale, niveau 4	16 450,80

Annexe 5 - Synthèse des recommandations de prise en charge des carcinomes rénaux selon la classification TNM

Tumeur	TNM	Caractéristiques du patient	Malignité et/ou Pronostic	Recommandations de traitement
Tumeurs localisées (<4cm)	T1a N0 ou Nx M0	Pas de CI chirurgicale	N/A	Néphrectomie Partielle (NP)
		Patients âgés CI chirurgie	N/A	Thérapies ablatives percutanées (TAP)
		Patients âgés CI chirurgie	Faible Bon pronostic	Surveillance active (SA)
Tumeurs localisées (>4cm)	T1b ou T2 N0 ou Nx M0	Pas de CI chirurgicale	N/A	NP idéalement ou NT +/- Curage +/- surrénalectomie
		Patients âgés CI chirurgie	N/A	Données insuffisantes en faveur des TAP
Tumeurs localement avancées	T>2 N≥0 M0	Pas de CI chirurgicale	N/A	NT +/- curage +/- thrombectomie chirurgicale
Carcinome rénal à cellules claires métastatique	Tx Nx M≥1	Pas de CI chirurgicale	Bon pronostic	NCR Sunitinib ou Pazopanib
		N/A	Pronostic intermédiaire ou Mauvais	Nivolumab+Ipilimumab
		Rechute	Bon pronostic	Nivolumab
Carcinome rénal non à cellules claires métastatique	Tx Nx M≥1	N/A	Bon pronostic	Sunitinib ou EC
		N/A	Pronostic intermédiaire ou Mauvais	EC (pas de recommandations)

Préopératoire	Intra opératoire	Postopératoire
Paramètres du système Ergonomie Arrimage (<i>docking</i>) Trocarts du robot Conscience de la situation Communication en boucle fermée Gestion des erreurs du système Installation du bloc opératoire du robot	Sources d'énergie Contrôle de la caméra Débrayage-embayage (<i>clutching</i>) Changement des instruments Management des corps étrangers Contrôle du quatrième bras Coordination mains-vision Articulation des poignets (<i>endowrist</i>) Manipulation atraumatique des tissus Dissection fine – Dissection mousse Sections Manipulation de l'aiguille Suture Réalisation des nœuds Sécurité du champ opératoire	Transition après la fin du temps à la console Désarrimage (<i>undocking</i>)

Annexe 7 - Découpage de la salle d'intervention robotique en zones (81)



Annexe 8 - Les caractéristiques anesthésiques préopératoires des patients ayant bénéficié d'une cystectomie robot-assistée en 2018

	Tous	Chir. 1	Chir. 2	Chir. 3	Chir. 4	Chir. 5	Valeur de p
Effectif	47,0	13,0	17,0	8,0	8,0	1,0	NA
Caractéristiques générales des patients							
Âge moyen (en années)	56.2 [37.3 ; 75.0]	65.8 [50.7 ; 80.8]	52.5 [35.5 ; 69.4]	65.7 [53.3 ; 78.2]	36.0 [19.5 ; 52.4]	80.8	4.58 ^{E-4}
IMC (en kg/m²)	25.7 [19.4 ; 32.1]	30.9 [24.3 ; 37.6]	23.0 [18.3 ; 30.9]	24.3 [19.7 ; 28.8]	22.0 [18.6 ; 25.4]	25.0	5.79 ^{E-3}
Poids moyen (en kg)	74.3 [55.5 ; 93.0]	89.2 [68.1 ; 110.3]	68.7 [51.7 ; 85.8]	71.9 [58.5 ; 85.2]	64.0 [54.6 ; 73.4]	75.0	4.21 ^{E-3}
Sexe							
-femmes	19	4	9	2	3	1	
-hommes	28	9	9	6	4	0	
Scores anesthésiques							
Score ASA moyen	2.4 [1.8 ; 3.0]	2.4 [1.7 ; 3.1]	2.6 [2.0 ; 3.2]	2.5 [2.0 ; 3.0]	2.0 [1.5 ; 2.5]	2.0	0.1686
Fonction rénale							
Clairance rénale moyenne selon CKD-EPI en mL/min	91.8 [59.9 ; 123.7]	75.6 [51.5 ; 99.7]	101.5 [61.3 ; 141.7]	83.1 [62.2 ; 104.1]	108.4 [85.9 ; 131.0]	86.0	0.0746

Annexe 9 - Les caractéristiques physiopathologiques préopératoires des patients ayant bénéficié d'une cystectomie robot-assistée en 2018

	Tous	Chir. 1	Chir. 2	Chir. 3	Chir. 4	Chir. 5	P-value
Effectif	47,0	13,0	17,0	8,0	8,0	1,0	NA
Indication							
Oncologique	14	8	0	6	0	0	
Fonctionnelle	33	5	17	2	8	1	
Indication oncologique (n=14)							
Histologie							
Tumeurs malignes							
Carcinome urothélial	13	7	0	6	0	0	
Tumeur myélofibroblastique	1	1	0	0	0	0	
Grade du carcinome urothélial							
Haut grade	10	7	0	3	0	0	
Bas grade	1	0	0	1	0	0	
Non précisé	2	0	0	2	0	0	
Présence d'au moins un carcinome in situ							
Oui	6	4	0	2	0	0	
Non	8	4	0	4	0	0	
Infiltration ou non du muscle vésical (n=13)							
Tumeur infiltrante	10	7	0	3	0	0	
Tumeur non infiltrante	3	0	0	3	0	0	
Tumeur résiduelle post-résection							
Oui	9	5	0	4	0	0	
Non	5	3	0	2	0	0	
Stade TNM (n=13)							
T0	5	2	0	3	0	0	
T1a	0	0	0	0	0	0	
T1b	0	0	0	0	0	0	
T2a	3	2	0	1	0	0	
T3	1	1	0	0	0	0	
T3a	0	0	0	0	0	0	
T3b	1	0	0	1	0	0	
T4	1	1	0	0	0	0	
T4b	1	1	0	0	0	0	
Tis	1	0	0	1	0	0	
Envahissement ganglionnaire, n (=13)							
N0	8	4	0	4	0	0	
N1	2	2	0	0	0	0	
N2	2	1	0	1	0	0	
Nx	1	0	0	1	0	0	
Marges chirurgicales							
Saines	11	5	0	6	0	0	
Intra-lésionnelles	3	3	0	0	0	0	
Cancer de la prostate associé ou non (n=11)							

Oui	8	4	0	4	0	0	
Non	3	2	0	1	0	0	
Caractéristiques du cancer de la prostate (n=8)							
Histologie							
-Adénocarcinome	8	4	0	4	0	0	
Score de Gleason (n=8) moyen	6.4 [5.9 ; 6.9]	6.5 [5.9 ; 7.1]	NA	6.3 [5.8 ; 6.8]	NA	NA	
-6 (3+3)	5	2	0	3	0	0	
-7 (3+4)	1	1	0	0	0	0	
-7, (4+3)	2	1	0	1	0	0	
Groupe OMS 2016	1.3 [0.8 ; 1.8]	1.5 [0.8 ; 2.2]	NA	1.3 [0.8 ; 1.8]	NA	NA	
Stade TNM (n=14)							
-T1a	0	0	0	0	0	0	
-T1b	0	0	0	0	0	0	
-T2	4	2	0	2	0	0	
-T2a	2	1	0	1	0	0	
-T2c	1	0	0	1	0	0	
-T3a	1	1	0	0	0	0	
Envahissement ganglionnaire							
-N0	8	4	0	4	0	0	
-N1	0	0	0	0	0	0	
-Nx	0	0	0	0	0	0	
Marges chirurgicales							
-Saines	7	4	0	3	0	0	
-Intra-lésionnelles	1	0	0	1	0	0	
Indication fonctionnelle (n=33)							
Dysfonctionnement neuromusculaire de la vessie	26	0	15	2	8	1	
Cystite interstitielle	2	2	0	0	0	0	
Fistule vésicale	2	1	1	0	0	0	
Sténose urétrale	2	2	0	0	0	0	
Autre affection vésicale	1	0	1	0	0	0	

	Tous	Chir. 1	Chir. 2	Chir. 3	Chir. 4	Chir. 5	P-Value
Expérience de l'opérateur							
Opérateur seul							
Cystectomie							
Toutes cystectomies	NA	87	105	NR	22	NR	
-Cystectomies sus-trigonales	NA	18	15	NR	5	NR	
-Cystectomies totales	NA	69	90	NR	17	NR	
Dérivation urinaire							
Enterocystoplastie d'agrandissement	NA	18	15	NR	4	NR	
Mitrofanoff	NA	0	0	NR	1	NR	
Enterocystoplastie de remplacement	NA	22	0	NR	0	NR	
Bricker	NA	52	90	NR	17	NR	
Globale (seul et télécompagnage)							
Cystectomie							
Toutes cystectomies	NA	93	131	NR	22	NR	
-Cystectomies sus-trigonales	NA	19	22	NR	5	NR	
-Cystectomies totales	NA	74	109	NR	17	NR	
Dérivation urinaire							
Enterocystoplastie d'agrandissement	NA	19	22	NR	4	NR	
Mitrofanoff	NA	0	0	NR	1	NR	
Enterocystoplastie de remplacement	NA	22	0	NR	0	NR	
Bricker	NA	52	109	NR	17	NR	
Interventions observées dans l'étude							
Résection							
Toutes cystectomies	47	13	18	8	7	1	
-Cystectomies totales	32	11	12	7	2	1	
-Cystectomies supra-trigonales	15	2	6	1	5	0	
Télécompagnage							
Superviseur	11	4	5				
Supervisé	11	0	0				
Geste(s) associé(s)							
Pelvectomie antérieure	2	1	0	1	0	0	
Prostatectomie (n=36)							
-Non	22	1		1		0	

-Oui	14	8	0	5	0	0	
Ovariectomie	1	0	1	0	0	0	
Libération nerveuse	1	1	0	0	0	0	
Cure de fistule et résection de grêle	1	0	1	0	0	0	
Curage ganglionnaire (n=13)							
Curage iliaque extensif bilatéral	12	7	0	5	0	0	
> Rendement moyen	21.4 [12.9 ; 29.9]	15.6 [11,4 ; 19.8]	NA	23.8 [18.8 ; 28.8]	NA	NA	0.5
Pas de curage	1	6	18	3	7	1	
Dérivation urinaire							
Bricker	32	11	12	6	2	1	
Enterocystoplastie d'agrandissement	13	2	5	1	5	0	
Enterocystoplastie d'agrandissement + Mitrofanoff	1	0	1	0	0	0	
Enterocystoplastie de remplacement	1	0	0	1	0	0	
Durées opératoires en minutes							
Anesthésie	43.4 [28.9 ; 57.8]	49.1 [29.7 ; 68.5]	47.3 [34.4 ; 60.2]	36.8 [20.9 ; 52.6]	37.1 [25.1 ; 46.9]	45.0	0.2
Installation	19.1 [10.7 ; 27.4]	18.6 [9.3 ; 27.9]	17.9 [9.8 ; 26.0]	18.4 [12.9 ; 23.8]	20.6 [12.5 ; 28.8]	15.0	0.8
Intervention	291.0 [189.5 ; 392.5]	199.0 [160.6 ; 237.6]	304.4 [193.2 ; 415.5]	392.9 [305.1 ; 480.6]	305.4 [272.6 ; 338.2]	300.0	0.1
Temps d'allumage du robot	225.1 [132.5 ; 317.6]	140.2 [94.8 ; 185.5]	245.8 [143.7 ; 347.8]	296.6 [244.2 ; 349.0]	259.8 [196.0 ; 323.5]	148.0	1.0 ^{E-4}
Présence en salle	371.0 [263.9 ; 478.0]	280.3 [238.2 ; 322.5]	388.2 [268.7 ; 507.7]	466.3 [367.5 ; 565.0]	384.0 [348.7 ; 419.3]	360.	3.3 ^{E-4}
Soins de suite	136.4 [95.2 ; 177,5]	147.6 [106.2 ; 189.0]	135.8 [87.5 ; 184.1]	101.3 [79.1 ; 123.6]	147.3 [118.2 ; 176.3]	121.0	0.14
Nombre de bras utilisés							
3 bras	0	0	0	0	0	0	
4 bras	47	13	18	8	7	1	
Consommation moyenne d'instruments robotiques							
Tous intruments	4.4 [3.2 ; 5.5]	4.5 [3.3 ; 5.6]	3.9 [2.6 ; 5.3]	5.0 [4.5 ; 5.5]	4.6 [3.8 ; 5.4]	3.0	0.2
Porte-aiguilles	1.1 [0.1 ; 2.2]	1.2 [0.3 ; 2.1]	0.8 [-0.4 ; 2.0]	1.8 [1.3 ; 2.2]	1.4 [0.5 ; 2.4]	0	0.2
Vessel Sealer	0.7 [0.2 ; 1.2]	0.3 [-0.2 ; 0.5]	1.0 [1.0 ; 1.0]	0.3 [-0.2 ; 0.7]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1	5.6 ^{E-8}
Pince cadière	0.3 [-0.2 ; 0.7]	0	0.6 [0.1 ; 1.1]	0	0.1 [-0.2 ; 0.5]	1	4.6 ^{E10-5}
Pince Prograsp	0.7 [0.3 ; 1.2]	1.0 [1.0 ; 1.0]	0.4 [-0.1 ; 0.9]	1.0 [1.0 ; 1.0]	0.9 [0.5 ; 1.2]	0	6.7 ^{E10-5}

Ciseaux courbes monopolaires	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	NA
Pince Maryland	0.5 [0.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	0.2 [-0.2 ; 0.6]	1.0 [1.0 ; 1.0]	0.1 [-0.2 ; 0.5]	0	3.0 ^E -11

Annexe 11 - Les principaux postes de dépenses des séjours associés aux cystectomies robot-assistées réalisées en 2018 par indication en euros TTC

Indication	Toutes CRA	Oncologique (n=10)	Fonctionnel (n=27)	P-Value
Coût GHS	11366.8 [8711.]	13082.8 [11083.5. 15082.0]	10731.2 [8118.8 ; 13343.6]	1.11 ^{E-2}
Frais de séjour				
Dépenses Cliniques	2129.5 [1277.8 ;2981.2]	2084.3 [1572.7 ;2595.9]	2146.2 [1190.9 ;3101.6]	0.85
Dépenses Réanimatoires	153.9 [-782.3 ;1090.2]	0.0	210.9 [-885.1 ;1306.9]	0.55
Dépenses en soins intensifs	0.0	0.0	0.0	NA
Dépenses en soins continus	76.9 [-202.9 ;356.7]	71.1 [-153.8 ;296.1]	79.0 [-222.4 ;380.5]	0.94
Frais de biologie médicale				
Dépenses de laboratoire	153.2 [-10.1 ;316. 4]	385.7 [262.6 ;508.8]	67.0 [10.8 ;123.3]	0.43
Frais de bloc chirurgical				
Dépenses robot	1454.3 [1454.3 ; 1454.3]	1454.3 [1454.3 ; 1454.3]	1454.3 [1454.3 ; 1454.3]	NA
Bloc chirurgical	1322.2 [648.2 ;1996.2]	1987.0 [1316.7 ;2657.4]	1076.0 [585.6 ;1566.4]	1.80 ^{E-3}
Dépenses d'anesthésie	1339.2 [931.0 ;1747.4]	1670.2 [1301.2 ;2039.2]	1216.6 [861. ;1573.1]	1.61 ^{E-3}
Frais d'imagerie médicale				
Dépenses en imagerie	26.5 [-28.2 ;81.3]	18.3 [-7.8 ;44.3]	29.6 [-32.6 ;91.9]	0.58
Frais logistiques				
Logistique générale	1231.8 [751.7 ;1712,0]	1185.4 [907.7 ;1463.2]	1249.0 [709.2 ;1788.9]	0.73
Logistique médicale	461.2 [332.9 ;589.6]	561.5 [455.3 ;667.7]	424.1 [307.4 ;540.8]	2.54 ^{E-3}
Consommation de biens médicaux				
Spécialités pharmaceutiques intra-GHS	158.4 [84.5 ;232.2]	175.0 [137.3 ;212.7]	152.2 [69.1 ;235.3]	0.41
Produits sanguins labiles	54.6 [-168.8 ;2780.]	202.0 [-206.1 ;610.0]	0.0	0.15
DM intra-GHS	23.3 [-8.0 ;54.5]	40.0 [-6.2 ;86.1]	17.1 [-4.6 ;38.8]	0.16
Consommables médicaux	2864.0 [2326.3 ;3401.7]	3228.7 [2669.5 ;3787.9]	2728.9 [2257.8 ;3200.1]	0.63

Frais de structure				
Frais de structure	335.9 [201.2 ;470.7]	322.1 [245.0 ;399.2]	341.0 [189.5 ;492.6]	0.74

Annexe 12 - Les postes de dépenses des cystectomies robot-assistées oncologiques réalisées en 2018 par groupe homogène de malades en TTC

	11C021 (n=3)	11C022 (n=4)	11C023 (n=3)	
Coût GHS	11338.9 [9048.4 ; 13629.3]	14477.1 [12833.2 ; 16121.1]	12967.6 [12502.5 ; 13432.7]	0.10
Frais de séjour				
Dépenses Cliniques	1527.0 [1177.0 ; 1876.9]	2176.0 [1880.3 ; 2471.6]	2519.5 [2122.8 ; 2916.2]	2.51 ^{E-2}
Dépenses Réanimatoires	0.0	0.0	0.0	NA
Dépenses en soins intensifs	0.0	0.0	0.0	NA
Dépenses en soins continus	0.0	177.9 [-177.9 ; 533.6]	0.0	0.53
Frais de biologie médicale				
Dépenses de laboratoire	363.3 [123.4 ; 603.2]	360.8 [327.7 ; 393.9]	441.3 [392.8 ; 489.7]	0.70
Frais de bloc chirurgical				
Dépenses robot	1017.4 [1017.4 ; 1017.4]	1017.4 [1017.4 ; 1017.4]	1017.4 [1017.4 ; 1017.4]	NA
Bloc chirurgical	1677.0 [948.2 ; 2405.7]	2360.9 [1976.4 ; 2745.4]	1798.7 [908.6 ; 2688.7]	0.39
Dépenses d'anesthésie	1433.6 [1213.6 ; 1653.6]	1825.4 [1580.3 ; 2070.4]	1699.8 [1116.0 ; 2283.7]	0.42
Frais d'imagerie médicale				
Dépenses en imagerie	0.0	31.0 [-4.9 ; 66.9]	19.6 [2.6 ; 36.5]	0.33
Frais logistiques				
Logistique générale	865.7 [672.9 ; 1058.5]	1254.9 [1134.0 ; 1375.7]	1412.5 [1194.0 ; 1631.1]	1.61 ^{E-2}
Logistique médicale	499.1 [362.5 ; 635.7]	644.4 [580.5 ; 708.2]	513.4 [459.1 ; 567.6]	0.12
Consommables médicaux				
Spécialités pharmaceutiques intra-GHS	135.8 [95.6 ; 176.0]	199.4 [178.7 ; 220.1]	181.8 [158.0 ; 205.6]	0.06

Produits sanguins labiles	0.0	412.5 [-190.1 ; 1015.0]	123.3 [-90.2 ; 336.7]	0.43
DM intra-GHS	83.0 [16.5 ; 149.5]	27.3 [0.8 ; 53.7]	13.9 [13.7 ; 14.1]	0.14
Autres consommables médicaux	3276.1 [2903.8 ; 3648.5]	3614.8 [3309.8 ; 3919.9]	2666.5 [2072.1 ; 3260.8]	0.06
Frais de structure				
Frais de structure	233.4 [179.9 ; 286.9]	341.4 [307.8 ; 374.9]	385.1 [324.5 ;445.8]	2.43 ^{E-2}

Annexe 13 - Les postes de dépenses des cystectomies robot-assistées relevant d'indications fonctionnelles réalisées en 2018 par groupe homogène de malades en euros TTC

	11C031 (n=1)	11C032 (n=10)	11C033 (n=9)	11C034 (n=5)	11C042 (n=1)	01M32Z (n=1)	P-Value
Coût GHS	10154.8	9770.8 [8226.5 ; 11315.1]	10806.2 [9387.6 ; 12224.9]	13618.0 [9302.2 ; 17933.8] 17496.9]	7278.8	9254.8	2.12 ^{E-2}
Frais de séjours							
Dépenses Cliniques	1603.3	1786.6 [1485.0 ; 2088.1]	2366.8 [1829.6 ; 2904.0]	2931.8 [1082.3 ; 4781.3]	916.2	1603.3	0.08
Dépenses de réanimation	0.0	0.0	0.0	1139.0 [-1407.9 ; 3685.9]	0.0	0.0	0.15
Dépenses en soins continus	0.0	0.0	79.1 [-158.1 ; 316.2]	0.0	0.0	0.0	0.73
Dépenses de biologie médicale							
Dépenses de laboratoire	51.5	81.9 [2.4 ; 161.4]	64.7 [37.9 ; 91.5]	61.2 [6.0 ; 116.4]	0.0	51.5	0.75
Dépenses de bloc opératoire							
Dépenses robot	1454.3 [1454.3 ; 1454.3]	1454.3 [1454.3 ; 1454.3]	1454.3 [1454.3 ; 1454.3]	1454.3 [1454.3 ; 1454.3]	1454.3 [1454.3 ; 1454.3]	1454.3 [1454.3 ; 1454.3]	NA
Bloc chirurgical	1222.2	963.5 [467.2 ; 1459.7]	1005.5 [488.1 ; 1522.9]	1450.2 [959.5 ; 1940.9]	888.3	1006.9	0.20
Dépenses d'anesthésie	1296.5	1210.0 [849.4 ; 1570.5]	1173.3 [903.8 ; 1442.7]	1441.6 [977.9 ; 1905.2]	614.9	1069.3	0.38
Dépenses d'imagerie médicale							
Dépenses en imagerie	0.0	9.0 [-12.3 ; 30.3]	13.4 [-8.7 ; 35.5]	104.7 [-12.5 ; 221.9]	0.0	65.4	9.88 ^{E-3}
Dépenses logistiques							
Logistique générale	907.8	1034.0 [845.8 ; 1222.1]	1342.5 [1066.6 ; 1618.4]	1791.4 [805.7 ; 2777.1]	529.1	907.8	0.03
Logistique médicale	416.7	388.3 [293.1 ; 483.5]	412.4 [329.1 ; 495.6]	545.8 [374.0 ; 717.6]	328.4	382.4	4.56 ^{E-2}

Consommables médicaux							
Spécialités pharmaceutiques intra-GHS	121.4	126.6 [78.9 ; 174.2]	145.9 [124.6 ; 167.1]	244.7 [88.9 ; 400.5]	73.7	112.0	2.86 ^{E-2}
Produits sanguins labiles	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	NA
DM intra-GHS	8.9	13.7 [0.9 ; 26.5]	11.8 [9.4 ; 14.3]	38.7 [-5.3 ; 82.7]	5.5	9.1	0.07
Autres consommables médicaux	3023.6	2577.2 [2236.8 ; 2917.7]	2628.2 [2285.7 ; 2970.7]	3271.8 [2614.8 ; 3928.8]	2365.4	2506.9	1.60 ^{E-2}
Frais de structure							
Frais de structure	245.1	280.1 [227.9 ; 332.3]	365.7 [289.1 ; 442.2]	497.2 [222.2 ; 772.3]	140.1	245.1	2.47 ^{E-2}

Annexe 14 - Les durées des séjours associés aux cystectomies robot-assistées réalisées en 2018 par groupe homogène de malades en jours

	Durée moyenne de séjour	Durée de séjour en réanimation	Durée de séjour en soins continus	Durée de séjour clinique
Indications oncologiques (n=10)				
11C021 (n=3)	6.7 [5.1 ; 8.2]	0	0	6.7 [5.1 ; 8.2]
11C022 (n=4)	9.8 [8.8 ; 10.7]	0	0.3 [-0.3 ; 0.8]	9.5 [8.2 ; 10.8]
11C023 (n=3)	11.0 [9.3 ; 12.7]	0	0	11.0 [9.3 ; 12.7]
P-Value	1.61 ^{E-2}	NA	0.53	2.50 ^{E-2}
Indications fonctionnelles (n=27)				
11C031 (n=1)	7.0	0	0	7.0
11C032 (n=10)	8.0 [6.5 ; 9.5]	0	0.2 [-0.4 ; 0.8]	7.8 [6.5 ; 9.1]
11C033 (n=9)	10.4 [8.3 ; 12.6]	0	0.1 [-0.2 ; 0.4]	10.3 [8.0 ; 12.7]
11C034 (n=5)	14.2 [6.3 ; 22.1]	1.4 [-1.7 ; 4.5]	0	12.8 [4.7 ; 20.9]
11C042 (n=1)	4.0	0	0	4.0
01M32Z (n=1)	7.0	0	0	7.0
P-Value	2.47 ^{E-2}	0.15	0.73	0.08

Annexe 15 - Les caractéristiques anesthésiques préopératoires des patients ayant bénéficié d'une cystectomie robot-assistée en 2020

	Tous	Chir. 1	Chir. 2	Valeur de p
Effectif	4.0	2.0	2.0	NA
Caractéristiques générales des patients				
Âge moyen (années)	72.6 [66.3 ; 79.0]	67.8 [66.3 ; 69.4]	77.4 [72.3 ; 82.6]	0.13
IMC (kg/m²)	23.5 [20.4 ; 26.6]	21.5 [20.8 ; 22.2]	25.5 [22.0 ; 29.0]	0.26
Poids moyen (kg)	68.0 [57.3 ; 78.7]	61.0 [51.1 ; 70.9]	75.0 [67.9 ; 82.1]	0.25
Sexe				
-femmes, n (%)	2	1	1	NA
-hommes, n (%)	2	1	1	
Score anesthésique				
Score ASA moyen	2.3 [1.8 ; 2.8]	2.5 [1.8 ; 3.2]	2.0 [2.0 ; 2.0]	0.42
Fonction rénale				
Clairance rénale moyenne selon CKD-EPI en mL/min	51.7 [31.1 ; 72.2]	45.0 [21.0 ; 69.0]	65.0	NA

	Tous	Chir. 1	Chir. 2	P-value
Effectif	4.0	2.0	2.0	NA
Indication				
Oncologique, n	1.0	1	0	NA
Fonctionnelle, n	3.0	1	2	NA
Indication oncologique				
Histologie				
Tumeurs malignes				
Carcinome urothélial, n	1.0	1.0	0	NA
Grade du carcinome urothélial				
Haut grade, n (%)	1.0	1	0	NA
Bas grade, n (%)	0	0	0	NA
Présence d'au moins un carcinome in situ				
Oui, n	1.0	1	0	NA
Non, n	0	0	0	NA
Infiltration ou non du muscle vésical				
Tumeur infiltrante, n	1.0	1	0	NA
Tumeur non infiltrante, n	0	0	0	NA
Tumeur résiduelle post-résection				
Oui, n	1	1	0	NA
Non, n	0	0	0	NA
Stade TNM				
T3, n	1	1	0	NA
Envahissement ganglionnaire				
N2	1	1	0	NA
Nx	0	0	0	NA
Marges chirurgicales				
Saines, n	1	1	0	NA
Intra-lésionnelles, n	0	0	0	NA
Cancer de la prostate associé				
Oui, n	0	0	0	NA
Non, n	1	1	0	NA
Indications fonctionnelles				
Dysfonctionnement neuromusculaire de la vessie, n	2	0	2	NA
Cystite interstitielle, n	1	1	0	NA

Annexe 17 - Les données opératoires des cystectomies robot-assistées réalisées en 2020

	Tous	Chir. 1	Chir. 2	P-Value
Expérience de l'opérateur				
Opérateur seul				
Cystectomie				
Toutes cystectomies				
-Cystectomies sus-trigonales, n				
-Cystectomies totales, n				
Dérivation urinaire				
Enterocystoplastie d'agrandissement, n				
Enterocystoplastie de remplacement, n				
Bricker, n				
Globale (seul et télécompagnonnage)				
Cystectomie				
Toutes cystectomies				
-Cystectomies sus-trigonales, n				
-Cystectomies totales, n				
Dérivation urinaire				
Enterocystoplastie d'agrandissement, n				
Mitrofanoff, n				
Enterocystoplastie de remplacement, n				
Bricker, n				
Interventions observées dans l'étude				
Résection				
Toutes cystectomies, n	4.0	2.0	2.0	NA
-Cystectomies totales, n	2.0	1.0	1.0	NA
-Cystectomies supra-trigonales, n	2.0	1.0	1.0	NA
Télécompagnonnage				
-Superviseur, n	0	0	0	NA
-Supervisé, n	0	0	0	NA
Geste(s) associé(s)				
Prostatectomie (n=2)				
-Non, n	0	0	1	NA
-Oui, n	1	1	0	NA

Ablation d'un neuromodulateur	0	0	1	NA
Curage ganglionnaire (n=1)				
Curage iliaque extensif bilatéral, n	1.0	1.0	0	NA
> Rendement moyen	43.0	43.0	NA	NA
Pas de curage, n	0	0	0	NA
Dérivation urinaire				
Bricker, n	1	0	1	NA
Enterocystoplastie d'agrandissement, n	2	1	1	NA
Enterocystoplastie de remplacement, n	1	1	0	NA
Durées opératoires en minutes				
Anesthésie	32.3 [25.9 ; 38.6]	37.5 [35.4 ; 39.6]	27.0 [24.2 ; 29.8]	0.05
Installation	16.0 [8.0 ; 24.0]	22.5 [17.6 ; 27.4]	9.5 [8.8 ; 10.2]	0.07
Intervention	280.8 [188.2 ; 373.3]	140.0 [125.9 ; 154.1]	333.5 [215.4 ; 451.6]	0.34
Temps d'allumage du robot	208 [130.2 ; 285.8]	213.0 [249.7 ; 371.5]	203.0 [72.9 ; 333.1]	0.93
Présence en salle	343.5 [268.9 ; 418.1]	313.5 [285.9 ; 341.1]	373.5 [262.5 ; 484.5]	0.54
Soins de suite	160.5 [127.7 ; 193.3]	140.0 [125.9 ; 154.1]	181.0 [144.2 ; 217.8]	0.28
Nombre de bras utilisés				
3 bras, n	0	0	0	NA
4 bras, n	4	2	2	NA
Consommation moyenne d'instruments robotiques				
Tous instruments	5.5 [4.5 ; 6.5]	5.0 [5.0 ; 5.0]	6.0 [4.6 ; 7.4]	0.42
Porte-aiguilles	1.8 [1.3 ; 2.3]	2.0 [2.0 ; 2.0]	1.5 [0.8 ; 2.2]	0.42
Vessel Sealer	0.5 [-0.1 ; 1.1]	0	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.2 ^F -32
Pince cadière	0.5 [-0.1 ; 1.1]	0	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.2 ^F -32
Pince Prograsp	0.8 [0.3 ; 1.3]	1.0 [1.0 ; 1.0]	0.5 [-0.2 ; 1.2]	0.42

Ciseaux courbes monopolaires	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	NA
Pince Maryland	0.8 [0.3 ; 1.3]	1.0 [1.0 ; 1.0]	0.5 [-0.2 ; 1.2]	0.42

Annexe 18 – Le coût des postes de dépenses chirurgicaux, anesthésiques et robotiques des cystectomies robot-assistées en 2020 en euros TTC

	Global	Chirurgien 1	Chirurgien 2	P-Value
Coût global du poste médico-technique				
Coût global	6669.1 [5784.3 ; 7553.9]	6028.2 [5719.3 ; 6337.2]	7310.0 [6528.8 ; 8091.2]	0.16
Poste chirurgical				
Coût chirurgical global	3406.8 [2783.5 ; 4030.2]	2941.7 [2777.9 ; 3105.4]	3872.0 [3349.1 ; 4394.9]	0.14
Coûts chirurgicaux en ressources matérielles				
Coût matériel opératoire moyen	2567.8 [2325.6 ; 2809.9]	2222.2 [2161.3 ; 2283.1]	2913.4 [2671.2 ; 3155.5]	0.06
Coût en consommables robotiques	2133.6 [1717.8 ; 2549.4]	1911.6 [1911.6 ; 1911.6]	2355.6 [1939.8 ; 2771.4]	0.27
Coût en consommables non-robotiques	434.2 [260.6 ; 607.8]	310.6 [249.7 ; 371.5]	557.8 [384.2 ; 731.4]	0.20
Coûts en stérilisation				
Stérilisation à l'autoclave	35.8 [35.8 ; 35.8]	35.8 [35.8 ; 35.8]	35.8 [35.8 ; 35.8]	NA
Nombre d'optiques	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	NA
Stérilisation basse température	18.6 [18.6 ; 18.6]	18.6 [18.6 ; 18.6]	18.6 [18.6 ; 18.6]	NA
Coûts chirurgicaux en ressources humaines				
Coût global en ressources humaines	839.1 [618.0 ; 1060.1]	719.5 [616.6 ; 822.4]	958.6 [678.0 ; 1239.3]	0.38
Professions médicales				
Temps de présence du chirurgien en heures	3.8 [3.5 ; 6.6]	4.1 [3.7 ; 4.6]	5.9 [3.9 ; 7.9]	0.34
-Coût du chirurgien	300.8 [208.2 ; 393.3]	248.0 [222.5 ; 273.5]	353.5 [235.4 ; 471.6]	0.34
Temps de présence de l'interne en heures	5.0 [3.5 ; 6.6]	4.1 [3.7 ; 4.6]	5.9 [3.9 ; 7.9]	0.33
-Coût interne	95.2 [65.9 ; 124.6]	78.5 [70.5 ; 86.6]	111.9 [74.5 ; 149.3]	0.33
Professions paramédicales				

Temps de présence infirmier cumulé en heures	13.4 [10.2 ; 16.5]	11.8 [9.6 ; 14.0]	14.9 [11.0, 18.8]	0.43
-Coût infirmier	427.7 [326.8 ; 528.6]	377.6 [308.2 ; 447.0]	477.9 [352.7 ; 603.1]	0.43
Temps de présence cumulé des ASH en heures	0.7 [0.7 ; 0.7]	0.7 [0.7 ; 0.7]	0.7 [0.7 ; 0.7]	NA
-Coût des aide-soignant	15.3 [15.3 ; 15.3]	15.3 [15.3 ; 15.3]	15.3 [15.3 ; 15.3]	NA
Poste anesthésique				
Durée moyenne de prise en charge anesthésique	8.4 [7.1 ; 9.7]	7.6 [6.9 ; 8.3]	8.4 [8.0 ; 10.5]	0.24
Coût moyen de la prise en charge anesthésique	1753.6 [1488.2 ; 2019.007]	1577.9 [1432.7 ; 1723.0]	1929.3 [1671.0 ; 2187.6]	0.24
Poste robotique				
Coût par procédure	1454.3	1454.3	1454.3	NA

Annexe 19 - Les caractéristiques anesthésiques préopératoires des patients bénéficiant d'une prostatectomie robot-assistée réalisées en 2018

	Tous	Chir. 1	Chir. 2	Chir. 3	Chir. 4	Chir. 5	Chir. 6	Chir. 7	P Value
Effectif	62,0	31.0	9.0	8.0	2.0	5.0	4.0	3.0	NA
Caractéristiques générales des patients									
Âge moyen (années)	63.6 [56.7 ; 70.5]	62.6 [55.6 ; 69.5]	64.4 [57.0 ; 71.8]	64.5 [57.6 ; 71.5]	60.5 [57.8 ; 63.3]	67.8 [60.5 ; 75.0]	68.9 [63.1 ; 73.7]	68.8 [65.8 ; 71.9]	0.37
IMC (kg/m²)	25.1 [21.9 ; 28.3]	24.7 [21.6 ; 27.8]	23.9 [20.8 ; 27.0]	25.1 [22.8 ; 27.5]	28.5 [22.1 ; 34.9]	27.0 [24.5 ; 30.3]	24.3 [23.0 ; 25.5]	27.3 [22.3 ; 32.4]	0.22
Poids moyen (en kg)	76.7 [65.3 ; 88.0]	76.5 [66.2 ; 86.9]	74.2 [59.1 ; 89.2]	75.8 [66.9 ; 84.6]	81.0 [54.1 ; 107.9]	86.4 [77.3 ; 95.5]	68.0 [65.1 ; 70.9]	80.7 [69.7 ; 91.7]	0.31
Scores anesthésiques									
Score ASA moyen	1.8 [1.1 ; 2.4]	1.6 [0.9 ; 2.3]	1.8 [1.1 ; 2.4]	1.6 [0.9 ; 2.4]	2.0 [2.0 ; 2.0]	2.2 [1.8 ; 2.6]	1.8 [1.3 ; 2.3]	2.3 [1.8 ; 2.9]	0.97
Fonction rénale									
Clairance rénale moyenne selon CKD-EPI en mL/min	79.0 [54.3 ; 103.7]	86.3 [61.0 ; 111.6]	70.0 [41.1 ; 98.9]	70.3 [51.6 ; 88.9]	99.0 [76.4 ; 121.6]	64.4 [39.9 ; 88.9]	78.5 [58.2 ; 98.7]	72.0 [69.2 ; 74.8]	0.29

Annexe 20 - Les caractéristiques physiopathologiques des patients bénéficiant d'une prostatectomie robot-assistée réalisées en 2018

	Global	Chir. 1	Chir. 2	Chir. 3	Chir. 4	Chir. 5	Chir. 6	Chir. 7	P-Value
Type histologique									
Tumeurs malignes	62	31	9	8	2	5	4	3	NA
-Adénocarcinome	62	31	9	8	2	5	4	3	NA
Développement									
Périphérique	44	21	6	5	2	4	3	3	NA
Central	1	1	0	0	0	0	0	0	NA
Central et périphérique	9	5	2	2	0	0	0	0	NA
Transitionnel	1	1	0	0	0	0	0	0	NA
Transitionnel et périphérique	6	3	0	1	0	1	1	0	NA
Central, périphérique et transitionnel	1	0	1	0	0	0	0	0	NA
Focalité									
Focalité moyenne	1.4 [0.6 ; 2.2]	1.5 [0.6 ; 2.5]	1.3 [0.8 ; 1.7]	1.3 [0.8 ; 1.7]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.2 [0.8 ; 1.6]	1.5 [0.9 ; 2.1]	2.0 [1.0 ; 3.0]	0.62
Taille en centimètres									
Foyer tumoral	2.6 [1.4 ; 3.8]	2,6 [1.4 ; 3.8]	3.0 [1.7 ; 4.3]	2.2 [1.1 ; 3.2]	2.6 [0.6 ; 4.5]	2.1 [1.4 ; 2.8]	2.9 [1.7 ; 4.1]	2.6 [1.0 ; 4.2]	0.77
Scores									
Score de Gleason moyen (n=62)	7.3 [6.5 ; 8.1]	7.3 [6.5 ; 8.2]	7.1 [6.2 ; 8.0]	7.4 [6.6 ; 8.1]	7.0 [7.0 ; 7.0]	7.0 [7.0 ; 7.0]	7.3 [6.8 ; 7.8]	7.7 [6.5 ; 8.8]	0.34
Score OMS 2016 moyen	2,6 [1.4 ; 3.8]	2.6 [1.3 ; 3.9]	2.7 [1.3 ; 4.0]	2.9 [1.7 ; 4.0]	2.0 [2.0 ; 2.0]	2.4 [1.5 ;3 .3]	2.5 [1.5 ; 3.5]	3.3 [1.8 ; 4.9]	0.34
Stade TNM									
T1a	0	0	0	0	0	0	0	0	NA
T1b	0	0	0	0	0	0	0	0	NA
T2	21	14	0	4	0	0	1	2	NA
T2a	1	1	0	0	0	0	0	0	NA
T2c	10	3	3	0	1	3	0	0	NA
T3a	25	13	3	3	1	2	3	0	NA
T3b	5	0	3	1	0	0	0	1	NA
Envahissement ganglionnaire									
N0	46	24	5	7	0	4	4	2	NA
N1	4	1	0	1	1	0	0	1	NA
Nx	12	6	4	0	1	1	0	0	NA

Taux de PSA									
Taux de PSA moyen (en ng/mL)	9.7 [4.4 ; 14.9]	9.1 [4.7 ; 13.8]	12.0 [4.1 ; 20.0]	10.1 [4.4 ; 15.9]	17.2 [10.3 ; 24.0]	7.5 [4.7 ; 10.3]	8.4 [7.1 ; 9.8]	9.3 [0.8 ; 17.7]	0.37
Marges chirurgicales									
Saines	33	23	2	4	1	1	2	0	NA
Intra-lésionnelles	29	8	7	4	1	4	2	3	NA

Annexe 21 - Les données opératoires temporelles, techniques et temporelles des prostatectomies robot-assistées réalisées en 2018

	Tous	Chir. 1	Chir. 2	Chir. 3	Chir. 4	Chir. 5	Chir. 6	Chir. 7	P-Value
Expérience en nombre de prostatectomies robot-assistées									
Opérateur seul	NA	274	83	32	NR	NR	NR	35	NA
Globale	NA	332	89	32	NR	NR	NR	35	NA
Nombre de prostatectomies observés en tant qu'opérateur principal									
Interventions observées	62	31	9	8	2	5	4	3	NA
Télécompagnonnage									
Superviseur	NA	5	4	0	0	0	0	3	NA
Supervisé	NA	0	0	1	1	5	3	0	NA
Curage ganglionnaire									
Ilio-obturateur bilatéral	50	25	5	8	1	4	4	3	NA
➤ Rendement moyen	13.6 [4.2 ; 22.9]	16.4 [8.7 ; 24.1]	10.2 [6.6 ; 13.8]	12.4 [3.1 ; 21.7]	45.0	11.2 [0.7 ; 21.7]	5.3 [3.5 ; 7.0]	4.0 [2.3 ; 5.7]	2.7 ^{E-2}
Pas de curage ganglionnaire	12	6	4	0	1	1	0	0	NA
Préservation des bandelettes									
Oui	34	21	5	2	1	2	2	1	NA
Unilatérale	12	19	4	1	0	2	2	1	NA
Bilatérale	22	2	1	1	1	0	0	0	NA
Non	28	11	4	6	1	3	2	2	NA
Durées opératoires en minutes									
Anesthésie	30.5 [20.8 ; 40.2]	27.4 [20.9 ; 33.9]	33.1 [19.2 ; 47.0]	32.7 [23.4 ; 42.0]	42.5 [33.3 ; 51.7]	29.8 [21.3 ; 38.3]	36.3 [18.0 ; 54.5]	36.3 [35.8 ; 36.9]	0.11
Installation	23.5 [12.5 ; 34.6]	21.2 [14.1 ; 28.3]	26.6 [12.8 ; 40.3]	27.3 [16.0 ; 38.6]	54.0 [30.0 ; 78.0]	18.4 [13.9 ; 22.9]	24.0 [15.8 ; 32.2]	13.7 [10.6 ; 16.7]	5.5 ^{E-4}
Durée opératoire	196.0 [104.3 ; 287.7]	131.1 [88.0 ; 174.2]	217.1 [185.5 ; 248.7]	270.9 [217.7 ; 324.0]	235.0 [162.9 ; 307.1]	320.8 [151.3 ; 490.3]	288.0 [225.8 ; 350.2]	236.7 [211.0 ; 262.4]	3.12 ^{E-8}
Allumage du robot	173.3 [88.1 ; 258.6]	112.9 [73.0 ; 152.7]	184.1 [153.2 ; 215.0]	247.4 [193.7 ; 301.1]	190.5 [188.4 ; 192.6]	314.6 [185.6 ; 443.6]	261.5 [206.5 ; 316.5]	217.3 [188.2 ; 246.5]	1.90 ^{E-10}
Présence en salle	265.7 [168.3 ; 363.1]	195.5 [147.1 ; 243.9]	293.7 [257.3 ; 330.1]	346.1 [283.3 ; 409.0]	353.0 [275.4 ; 429.6]	383.4 [209.4 ; 557.4]	362.8 [305.2 ; 420.3]	298.7 [279.7 ; 317.6]	3.41 ^{E-8}
Soins de suite	142.6 [92.1 ; 193.2]	136.8 [93.0 ; 180.5]	144.5 [81.2 ; 207.8]	158.2 [78.0 ; 238.3]	172.5 [139.3 ; 205.7]	123.3 [72.1 ; 174.4]	129.0 [102.6 ; 155.4]	182.3 [131.3 ; 233.4]	0.65

Annexe 22 - Les principaux postes de dépenses des séjours associés aux prostatectomies robot-assistées réalisées en 2018 en euros TTC

	Global	12C111 (n=46)	12C112 (n=10)	12C113 (n=3)	P-value
Rappel coût GHS estimé	8816.1 [6668.4 ; 10963.8]	8186.9 [7515.7 ; 8858.1]	9951.5 [7452.3 ; 12450.3]	14679.4 [9349.9 ; 20008.9]	8.60 E-13
Frais de séjours					
Cliniques	822.4 [189.1 ; 1455.7]	584.4 [379.6 ; 789.2]	1488.2 [670.9 ; 2305.5]	2519.5 [2290.4 ; 2748.6]	7.51 E-13
Réanimation	92.8 [-565.8 ; 751.5]	0.0	47.7 [-87.1 ; 182.5]	1682.8 [-1231.9 ; 4597.4]	2.20 E-5
Soins intensifs	0.0	0.0	0.0	0.0	NA
Soins continus	6.0 [-40.3 ; 52.3]	7.7 [-44.7 ; 60.2]	0.0	0.0	0.88
Frais de biologie médicale					
Laboratoire	320.3 [274.5 ; 366.2]	312.6 [256.3 ; 368.9]	312.2 [251.7 ; 372.7]	531.4 [246.8 ; 816.0]	1.36 ^{E-2}
Frais chirurgicaux					
Robot	1453.4 [1453.4 ; 1453.4]	1453.4 [1453.4 ; 1453.4]	1453.4 [1453.4 ; 1453.4]	1453.4 [1453.4 ; 1453.4]	NA
Bloc chirurgical	1345.7 [885.6 ; 1805.7]	1331.0 [1036.8 ; 1625.3]	1333.4 [1035.0 ; 1631.8]	2055.9 [599.2 ; 3512.5]	1.40 ^{E-2}
Anesthésie	1069.9 [826.5 ; 1313.2]	1040.1 [890.6 ; 1189.6]	1088.6 [840.0 ; 1337.2]	1455.9 [625.4 ; 2286.4]	1.31 ^{E-2}
Frais d'imagerie médicale					
Imagerie	8.3 [-31.8 ; 48.4]	2.7 [-15.6 ; 21.0]	2.8 [-5.1 ; 10.7]	114.3 [-30.8 ; 259.5]	1.49 ^{E-6}
Frais logistiques					
Logistique générale	492.5 [99.5 ; 885.5]	348.0 [237.0 ; 459.1]	849.7 [385.9 ; 1313.5]	1665.4 [1330.8 ; 1999.9]	1.82 ^{E-14}
Logistique médicale	422.1 [317.0 ; 527.1]	404.3 [356.3 ; 452.3]	450.0 [369.4 ; 530.6]	663.2 [304.7 ; 1021.7]	5.28 ^{E-5}
Frais en consommables médicaux					
Spécialités pharmaceutiques intra-GHS	107.8 [20.6 ; 195.0]	83.1 [70.1 ; 96.1]	164.9 [30.3 ; 299.4]	290.6 [58.3 ; 523.0]	2.59 ^{E-6}

Produits sanguins labiles	37.6 [-149.1 ; 224.4]	19.7 [-113.6 ; 152.9]	22.0 [-38.4 ; 82.4]	373.0 [-273.0 ; 1019.0]	4.47 ^{E-3}
DM intra-GHS	12.8 [-33.0 ; 58.7]	6.1 [-2.1 ; 14.2]	7.6 [5.9 ; 9.2]	126.8 [-69.5 ; 323.2]	9.56 ^{E-6}
Autres consommables médicaux	2670.5 [2348.0 ; 2992.9]	2616.0 [2478.0 ; 2754.0]	2771.1 [2460.0 ; 3082.2]	3329.2 [2181.8 ; 4479.6]	4.09 ^{E-4}
Frais de structure					
Structure	130.6 [18.8 ; 242.3]	89.8 [59.0 ; 120.6]	229.5 [99.4 ; 359.6]	466.8 [354.3 ; 579.4]	1.84 ^{E-14}

Annexe 23 - Les caractéristiques anesthésiques préopératoires des patients ayant bénéficié d'une prostatectomie totale robot-assistée en 2020

	Tous	Chir. 1	Chir. 2	Chir. 3	Chir. 4	P Value
Effectif	10.0	5.0	1.0	2.0	2.0	NA
Caractéristiques générales des patients						
Âge moyen (années)	64.6 [57.4 ; 71.8]	62.7 [54.6 ; 70.8]	65.0	61.8 [54.9 ; 68.8]	71.8 [68.3 ; 75.3]	0.35
IMC (kg/m²)	26.4 [22.2 ; 30.6]	25.8 [21.6 ; 30.0]	25.0	26.5 [23.0 ; 30.0]	28.5 [20.7 ; 36.3]	0.81
Poids moyen (en kg)	79.1 [66.1 ; 92.1]	78.4 [68.1 ; 88.7]	64.0	82.5 [71.9 ; 93.1]	85.0 [59.5 ; 110.5]	0.84
Score anesthésique						
Score ASA moyen	1.9 [1.6 ; 2.2]	2.0 [2.0 ; 2.0]	2.0	2.0 [2.0 ; 2.0]	1.5 [0.8 ; 2.2]	0.18
Fonction rénale						
Clairance rénale moyenne selon CKD-EPI en mL/min	88.9 [73.8 ; 104.0]	84.4 [68.0 ; 100.8]	95.0	113.0	85.0 [85.0 ; 85.0]	0.96

Annexe 24 - Les caractéristiques physiopathologiques des patients ayant bénéficié d'une prostatectomie totale robot-assistée en 2020

	Global	Chir. 1	Chir. 2	Chir. 3	Chir. 4	P-Value
Histologie						
Tumeurs malignes						
-Adénocarcinome	10	5	1	2	2	NA
Développement						
Périphérique	7	3	1	2	1	NA
Périphérique et antérieur	1	0	0	0	1	NA
Transitionnel et périphérique	1	1	0	0	0	NA
Central, périphérique et transitionnel	1	1	0	0	0	NA
Nombre de foyers tumoraux						
Focalité moyenne	2.0 [0.7 ; 3.3]	3.0 [1.6 ; 4.4]	1.0	1.5 [0.8 ; 2.2]	2.8 [2.4 ; 3.1]	0.33
Taille tumorale						
Foyer tumoral	2.4 [1.2 ; 3.7]	2.4 [1.4 ; 3.4]	4.4	1.1 [-0.3 ; 2.5]]	1.0 [1.0 ;1.0]	0.28
Scores						
Score de Gleason moyen	7.0 [6.5 ; 7.5]	7.0 [7.0 ; 7.0]	7.0	6.5 [5.8 ; 7.2]	7.5 [6.8 ; 8.2]	0.13
Score OMS 2016 moyen	2.5 [1.7 ; 3.3]	2.8 [2.4 ; 3.2]	2.0	1.5 [0.8 ; 2.2]	3.0 [1.6 ; 4.4]	0.15
Stade TNM						
T2	8	4	1	2	1	NA
T2a	0	0	0	0	0	NA
T2c	0	0	0	0	0	NA
T3a	1	0	0	0	1	NA
T3b	1	1	0	0	0	NA
Envahissement ganglionnaire						
N0	8	5	0	2	1	NA
N1	0	0	0	0	0	NA
Nx	2	0	1	0	1	NA
Biologie						
Taux de PSA moyen (en ng/mL)	9.7 [2.4 ; 17.0]	7.9 [4.0 ; 11.8]	7.6	17.5 [1.2 ; 33.8]	7.5 [5.4 ; 9.6]	0.33
Marges chirurgicales						
Saines	9	4	1	2	2	NA

Intra-lésionnelles	1	1	0	0	0	NA
---------------------------	---	---	---	---	---	----

	Tous	Chir. 1	Chir. 2	Chir. 3	Chir. 4	P-Value
Expérience antérieure de l'opérateur						
Opérateur seul	NA					NA
Globale	NA					NA
Nombre de prostatectomies incluses						
Interventions observées	10	5	1	2	2	NA
Télécompagnonnage						
Superviseur	0	0	0	0	0	NA
Supervisé	0	0	0	0	0	NA
Curage ganglionnaire						
Ilio-obturateur bilatéral	10	5	0	2	2	NA
➤ Rendement moyen	12.2 [5.3 ; 19.2]	12.2 [5.3 ; 19.1]	NA	14.0 [5.5 ; 22.5]	10.5 [-0.1 ; 21.1]	0.91
Pas de curage ganglionnaire	0	0	1	0	0	NA
Préservation des bandelettes neuro-vasculaires						
Oui	6	5	0	0	1	NA
Unilatérale	2	1	NA	NA	1	NA
Bilatérale	4	4	NA	NA	0	NA
Non	4	0	1	2	1	NA
Temps opératoires moyens en minutes						
Anesthésie	35.0 [24.9 ; 45.1]	28.4 [21.1 ; 35.7]	34.0	49.0 [40.5 ; 57.5]	38.0 [36.6 ; 39.4]	0.03
Installation	13.6 [3.7 ; 23.5]	13.0 [3.4 ; 22.6]	30.0	9.0 [-3.7 ; 21.7]	11.5 [6.6 ; 16.4]	0.89
Durée opératoire	178.8 [102.5 ; 255.1]	120.2 [104.9 ; 135.5]	150.0	259.5 [178.2 ; 340.8]	259.0 [227.9 ; 290.1]	5 ^{E-3}
Allumage du robot	154.6 [91.9 ; 217.2]	103.0 [78.6 ; 127.4]	129.0	203.0 [159.2 ; 246.8]	222.0 [171.1 ; 272.9]	0.02
Présence en salle	163.0 [152.5 ; 325.1]	163.0 [147.0 ; 187.8]	254.0	331.0 [240.5 ; 421.5]	317.5 [271.5 ; 363.5]	6 ^{E-3}
Soins de suite	126.1 [84.4 ; 167.8]	135.2 [75.7 ; 194.7]	106.0	117.0 [107.1 ; 126.9]	122.5 [103.4 ; 141.6]	0.89
Nombre de bras utilisés						
3 bras	0	0	0	0	0	NA
4 bras	10	5	1	2	2	NA
Consommation d'instruments robotiques						

Tous instruments	5.0 [5.0 ; 5.0]	NA				
Portes aiguilles	2.0 [2.0 ; 2.0]	NA				
Pince Prograsp	1.0 [1.0 ; 1.0]	NA				
Ciseaux courbes monopolaires	1.0 [1.0 ; 1.0]	NA				
Pince Maryland	1.0 [1.0 ; 1.0]	NA				

Annexe 26 - Les coûts des postes de dépenses chirurgicaux, anesthésiques et robotiques des prostatectomies totales robot-assistées réalisées en 2020 en euros TTC

	Global	Chirurgien 1	Chirurgien 2	Chirurgien 3		Chirurgien 4	P - Value
Coût global de la prise en charge							
Coût global	5364.0 [4894.7 ; 5833.3]	5009.0 [4762.4 ; 5255.7]	5319	5698.1 [5231.1 ; 6165.2]		5939.6 [588.6 ; 5992.6]	0.01
Coûts chirurgicaux							
Coût chirurgical global	2929.4 [2743.3 ; 3115.6]	2822.6 [2984.6]	2926.6	3037.8 [2885.6 ; 3189.9]		3089.6 [2861.9 ; 3317.3]	0.19
Coûts matériels							
Coût matériel opérateur moyen	2343.0 [2197.7 ; 2488.2]	2363.9 [2236.7 ; 2558.7]	2414.5	2206.1 [2118.1 ; 2294.1]		2299.8 [2168.5 ; 2431.2]	0.34
Coût en consommables robotiques	1911.6 [1911.6 ; 1911.6]	1911.6 [1911.6 ; 1911.6]	1911.6	1911.6 [1911.6 ; 1911.6]		1911.6 [1911.6 ; 1911.6]	NA
Coût en consommables non-robotiques	431.4 [286.1 ; 576.6]	452.3 [325.1 ; 647.1]	502.9	294.5 [206.5 ; 382.5]		388.2 [256.9 ; 519.6]	0.34
Coûts en stérilisation							
Stérilisation à l'autoclave	35.8 [35.8 ; 35.8]	35.8 [35.8 ; 35.8]	35.8	35.8 [35.8 ; 35.8]		35.8 [35.8 ; 35.8]	NA
Nombre d'optiques	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0	1.0 [1.0 ; 1.0]		1.0 [1.0 ; 1.0]	NA
Stérilisation basse température	18.6 [18.6 ; 18.6]	18.6 [18.6 ; 18.6]	18.6	18.6 [18.6 ; 18.6]		18.6 [18.6 ; 18.6]	NA
Coûts en ressources humaines							
Coût global en ressources humaines	587.9 [373.5 ; 802.4]	424.9 [380.1 ; 469.6]	512.1	831.6 [591.5 ; 1071.8]		789.8 [693.4 ; 886.2]	6.2 ^{E-3}
Professions médicales							
Temps de présence du chirurgien en heures	3.1 [1.5 ; 4.6]	2.2 [2.0 ; 2.4]	2.5	5.3		4.9 [4.7 ; 5.2]	6 ^{E-4}
-Coût du chirurgien	184.4 [90.2 ; 278.6]	130.4 [117.3 ; 143.5]	150	319.5 [245.3 ; 393.7]		295.5 [279.2 ; 311.8]	6 ^{E-4}
Temps de présence de l'interne en heures	3.4 [1.9 ; 5.0]	2.6 [2.0 ; 3.1]	3.0	5.6 [4.0 ; 7.3]		4.9 [4.7 ; 5.2]	6 ^{E-3}
-Coût interne	65.3	48.5	57.0	107.2		93.6	6 ^{E-3}

	[35.9 ; 94.7]	[38.8 ; 58.2]		[75.2 ; 139.2]		[88.4 ; 98.7]	
Professions paramédicales							
Temps de présence infirmier cumulé en heures	8.6 [5.6 ; 11.6]	7.2 [6.3 ; 8.1]	9.5	12.2 [8.0 ; 16.4]		12.3 [10.3 ; 14.3]	0.03
-Coût infirmier	276.0 [180.2 ; 371.9]	230.6 [202.3 ; 259.0]	305.1	389.6 [255.7 ; 523.5]		393.1 [329.0 ; 457.2]	0.03
Temps de présence cumulé des ASH en heures	0.7 [0.7 ; 0.7]	0.7 [0.7 ; 0.7]	0.7	0.7 [0.7 ; 0.7]		0.7 [0.7 ; 0.7]	NA
-Coût des aide-soignant	15.3 [15.3 ; 15.3]	15.3 [15.3 ; 15.3]	15.3	15.3 [15.3 ; 15.3]		15.3 [15.3 ; 15.3]	NA
Coûts anesthésiques							
Durée moyenne de prise en charge anesthésique	4.3 [2.3 ; 6.2]	3.2 [2.2 ; 4.3]	4.2	5.5 [4.0 ; 7.0]		6.4 [5.6 ; 7.3]	0.03
Coût moyen de la prise en charge anesthésique	925.9 [580.5 ; 1271.2]	677.8 [461.4 ; 894.2]	883.8	1151.7 [836.7 ; 1466.6]		1341.3 [1166.6 ; 1516.0]	0.03
Coût d'amortissement du robot							
Coût par procédure	1454.3 [1454.3 ; 154.3]	1454.3 [1454.3 ; 154.3]	1454.3	1454.3 [1454.3 ; 154.3]		1454.3 [1454.3 ; 154.3]	NA

Annexe 27 - Les caractéristiques anesthésiques préopératoires des patients ayant bénéficié d'une néphrectomie partielle robot-assistée en 2018

	Tous	Chir 1	Chir 2	Chir 3	Chir 4	Chir 5	Chir 6	P-value
Effectif	27,0	13.0	4.0	3.0	4.0	1.0	2.0	
Caractéristiques générales								
Âge moyen (en années)	54.9 [41.3 ; 68.4]	60.6 [48.5 ; 72.7]	41.4 [38.1 ; 44.7]	41.0 [27.5 ; 54.5]	55.5 [39.4 ; 71.6]	60.4	61.3 [54.8 ; 67.9]	4.55 ^E -2
IMC (en kg/m²)	26.9 [21.1; 32.7]	27.2 [23.6 ; 30.7]	27.8 [19.4 ; 36.1]	22.7 [18.2 ; 27.2]	27.8 [18.0 ; 37.5]	21.0	31.0 [22.5 ; 39.5]	0.62
Poids moyen (en kg)	80.3 [60.5 ; 100.1]	82.2 [69.5 ; 94.9]	86.8 [49.5 ; 124.0]	61.0 [51.4 ; 70.6]	83.0 [58.5 ; 107.5]	61.0	87.5 [71.2 ; 103.8]	0.45
Sexe								
femmes	10	4	1	2	2	0	1	
hommes	17	9	3	1	2	1	1	
Scores anesthésiques								
Score ASA moyen	2.2 [1.6 ; 2.8]	2.1 [1.4 ; 2.7]	1.8 [1.3 ; 2.3]	2.7 [2.1 ; 3.2]	2.5 [1.9 ; 3.1]	2.0	2.5 [1.8 ; 3.2]	0.27
Score Mallampatti moyen	1.7 [1.0 ; 2.3]	1.6 [1.1 ; 2.1]	1.5 [0.5 ; 2.5]	1.3 [0.8 ; 1.9]	2.0 [1.2 ; 2.8]	2.0	2.0 [2.0 ; 2.0]	0.78
Fonction rénale								
Clairance rénale selon CKD-EPI en mL/min	88.9 [68.7 ; 109.2]	69 [60.6 ; 101.4]	99.0 [82.2 ; 115.8]	114.0 [101.0 ; 127.0]	86.5 [67.0 ; 106.0]	74.0	91.0 [85.3 ; 96.7]	0.09

Annexe 28 - Les caractéristiques physiopathologiques des patients ayant bénéficié d'une néphrectomie partielle robot-assistée en 2018

	Tous	Chir 1	Chir 2	Chir 3	Chir 4	Chir 5	Chir 6	P-value
Côté de la lésion								
Droit	16	6	4	1	3	1	1	
Gauche	12	7	0	2	2	0	1	
Type histologique								
Tumeurs malignes	26	11	4	3	5	1	2	
-Carcinomes à cellules claires	18	9	2	2	3	0	2	
-Carcinomes papillaires	3	1	1	0	0	1	0	
-Carcinomes chromophobes	5	2	1	1	2	0	0	
Tumeurs bénignes	2	2	0	0	0	0	0	
-Angiomyolipome	2	2	0	0	0	0	0	
Focalité moyenne	1.1 [0.8 ; 1.3]	1.2 [0.8 ; 1.5]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0	1.0 [1.0 ; 1.0]	0.72
Taille tumorale en centimètres								
Taille tumorale	34 [1.2 ; 5.5]	3.7 [1.3 ; 6.1]	4.0 [1.4 ; 6.5]	1.7 [1.1 ; 2.2]	3.5 [1.1 ; 6.0]	2.0	2.4 [0.1 ; 4.1]	0.62
Grade nucléolaire								
Grade nucléolaire ISUP (n=21)	2.0 [1.2 ; 2.9]	2.3 [1.5 ; 3.1]	1.3 [0.8 ; 1.7]	2.5 [1.8 ; 3.2]	1.0 [1.0 ; 1.0]	2.0	3.0 [3.0 ; 3.0]	4.22 ^{E-2}
Stade TNM (n=26)								
T1a	17	6	2	3	3	1	2	
T1b	5	1	2	0	2	0	0	
T2a	1	0	0	0	0	0	0	
T2b	3	1	0	0	0	0	0	
T3a	0	3	0	0	0	0	0	
Marges chirurgicales								
Saines	22	10	3	2	5	1	1	
Intra-lésionnelles	5	3	1	1	0	0	1	
Indéterminables	1	0	0	0	0	0	0	

	Tous	Chir 1	Chir 2	Chir 3	Chir 4	Chir 5	Chir 6	P-value
Expérience en nombre de néphrectomies partielles robot-assistées								
Opérateur seul	NA	66	33	4	NR	NR	NR	
Global	NA	85	33	4	NR	NR	NR	
Nombre d'interventions observées en tant qu'opérateur principal								
Néphrectomies partielles	27	13	4	3	4	1	2	
Télécompagnonnage								
Superviseur	NA		1	0	0	0	0	
Supervisé	NA	0	0	0	4	1	2	
Geste(s) associé(s)								
Résection de ganglions	0	0	0	0	0	0	0	
Cholecystectomie	1	0	1	0	0	0	0	
Abord chirurgical								
Open-coelioscopie	24	11	4	3	4	1	1	
Lomboscopie	3	2	0	0	0	0	1	
Durées opératoires en minutes								
Anesthésie	38.7 [23.1 ; 54.2]	37.6 [26.6 ; 48.6]	40.3 [30.8 ; 49.8]	36.0 [19.9 ; 52.1]	41.3 [27.5 ; 55.0]	37.0	62.0 [32.3 ; 91.7]	0.20
Installation	16.6 [8.6 ; 24.6]	17.2 [9.6 ; 24.7]	15.7 [14.1 ; 17.2]	15.0 [6.3 ; 23.7]	19.3 [6.7 ; 31.8]	19.0	18.5 [15.0 ; 22.0]	0.91
Intervention	162.5 [90.1 ; 234.9]	130.5 [85.7 ; 175.2]	160.7 [75.9 ; 245.4]	179.0 [171.2 ; 186.8]	269.3 [220.3 ; 318.2]	214.0	190.5 [179.9 ; 201.1]	1.44 ^{E-3}
Allumage robot	137.5 [78.4 ; 196.6]	105.5 [82.0 ; 129.0]	134.0 [67.2 ; 200.8]	170.3 [148.1 ; 192.6]	224.5 [188.8 ; 260.2]	183.0	173.0 [163.1 ; 182.9]	3.97 ^{E-5}
Présence en salle	232.0 [150.6 ; 313.3]	199.8 [156.7 ; 242.8]	240.0 [155.2 ; 324.8]	240.3 [228.7 ; 252.0]	343.0 [289.4 ; 396.6]	272.0	290.5 [255.9 ; 325.1]	8.30 ^{E-4}
Soins de suite	115.5 [65.9 ; 165.4]	135.5 [99.5 ; 171.5]	106.5 [81.8 ; 131.2]	144.0 [69.0 ; 219.0]	79.3 [29.4 ; 129.3]	90.0	91.0 [24.5 ; 157.5]	0.22
Indicateur de performance								
Durée d'ischémie chaude moyenne (en minutes)	21.6 [10.9 ; 32.3]	16.6 [8.1 ; 25.1]	22.8 [13.0 ; 32.5]	18 [13.8 ; 22.2]	34.3 [20.4 ; 48.1]	24.0	29.0 [27.6 ; 30.4]	0.07
Durée d'ischémie chaude < 25 minutes	17	11	2	2	1	1	0	
Nombre de bras utilisés								

3 bras	6	2	0	3	0	0	1	
4 bras	22	11	4	0	5	1	1	
Consommation d'instruments robotiques								
Tous instruments	4.7 [4.2 ; 5.2]	4.8 [4.5 ; 5.2]	4.0 [4.0]	4.7 [4.1 ; 5.2]	5.0 [5.0 ; 5.0]	5.0	4.5 [3.8 ; 5.2]	5.86 ^{E-3}
Portes aiguilles	1.9 [1.5 ; 2.2]	2.0 [2.0 ; 2.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	2.0 [2.0 ; 2.0]	2.0 [2.0 ; 2.0]	2.0	2.0 [2.0 ; 2.0]	1.97 ^{E-316}
Pinces Prograsp	0.9 [0.5 ; 1.2]	0.8 [0.5 ; 1.2]	1.0 [1.0]	0.7 [0.1 ; 1.2]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0	0.5 [-0.2 ; 1.2]	0.40
Ciseaux courbes monopolaires	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0]	1.0	1.0 [1.0 ; 1.0]	0.91
Pinces Maryland	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0	1.0 [1.0 ; 1.0]	0.91				

Annexe 30 - Les coûts des principaux postes de dépenses des séjours associés aux néphrectomies partielles robot-assistées par groupe homogène de malades en euros TTC

	Global	11C021	11C022	11C023	17C071	Valeur de P
Effectif	27	19	5	2	1	NA
Rappel coût GHS estimé	8076.5 [6813.9 ; 9339.1]	7859.8 [7041.8 ; 8677.8]	7583.6 [6765.6 ; 8401.5]	10529.4 [6911.0 ; 14147.7]	7568.5	1.78 ^{E-2}
Frais de séjours						
Cliniques	750.8 [543.7 ; 1047.8]	687.1 [454.5 ; 919.8]	801.7 [687.2 ; 916.2]	1259.8 [450.0 ; 2069.6]	687.2	2.71 ^{E-2}
Réanimation	72.9 [-161.3 ; 307.1]	0.0	174.3 [-215.4 ; 654.0]	0.0	0.0	0.77
Soins continus	113.2 [-205.0 ; 431.3]	18.7 [-62.9 ; 100.3]	284.6 [-351.8 ; 920.9]	638.4 [535.0 ; 741.7]	0.0	9.75 ^{E-3}
Frais de biologie médicale						
Laboratoire	184.1 [132.6 ; 235.6]	174.8 [127.2 ; 222.4]	206.6 [160.3 ; 253.0]	239.3 [154.3 ; 324.4]	138.9	0.33
Frais de bloc chirurgical						
Robot	1453.4 [1453.4 ; 1453.4]	1453.4 [1453.4 ; 1453.4]	1453.4 [1453.4 ; 1453.4]	1453.4 [1453.4 ; 1453.4]	1453.4 [1453.4 ; 1453.4]	NA
Bloc chirurgical	1162.5 [918.2 ; 1406.9]	1155.7 [890.4 ; 1421.0]	1216.4 [960.9 ; 1471.8]	1130.9 [1105.1 ; 1156.7]	1087.3	0.88
Anesthésie	837.0 [648.7 ; 1025.3]	844.4 [630.4 ; 1058.4]	844.1 [697.6 ; 990.6]	778.6 [778.6 ; 778.6]	778.6	0.88
Autres dépenses médicotéchniques	46.2 [-193.7 ; 286.1]	65.6 [-220.4 ; 351.6]	0.0	0.0	0.0	0.94
Frais d'imagerie médicale						
Imagerie	5.4 [-17.6 ; 28.5]	0.0	0.0	73.3 [11.1 ; 135.5]	0.0	4.48 ^{E-7}
Frais logistiques						
Logistique générale	469.1 [277.0 ; 661.1]	414.8 [273.4 ; 556.2]	538.2 [446.8 ; 629.7]	844.7 [398.4 ; 1290.9]	403.1	3.96 ^{E-3}
Logistique médicale	380.5 [318.5 ; 442.5]	367.2 [314.1 ; 420.2]	398.1 [356.8 ; 439.4]	474.3 [334.6 ; 614.0]	357.7	0.11
Consommables médicaux						

Spécialités pharmaceutiques intra-GHS	92.1 [59.8 ; 124.4]	85.2 [55.6 ; 114.8]	108.4 [75.9 ; 140.9]	126.1 [79.1 ; 173.2]	74.1	0.12
Produits sanguins labiles	9.7 [-40.7 ; 60.1]	13.8 [-46.3 ; 73.8]	0.0	0.0	0.0	0.84
DM intra-GHS	6.3 [1.6 ; 10.9]	6.2 [0.8 ; 11.7]	6.0 [5.3 ; 6.8]	8.1 [4.6 ;11.5]	4.9	0.84
Autres consommables médicaux	2720.3 [2327.2 ; 3113.4]	2652.8 [2474.7 ; 2830.9]	2683.0 [2596.1 ; 2769.9]	3515.8 [2086.5 ; 4945.0]	2598.8	3.08 ^{E-2}
Frais de structure						
Structure	123.8 [70.2 ; 177.5]	108.7 [68.9 ; 148.5]	143.6 [117.6 ; 169.5]	227.6 [103.8 ; 351.4]	105.0	4.43 ^{E-3}

Annexe 31 - Les caractéristiques anesthésiques préopératoires des patients bénéficiant d'une néphrectomie partielle en 2020

	Tous	Chir 1	Chir 2	Chir 3
Effectif	4.0	2.0	1.0	1.0
Caractéristiques générales des patients				
Âge moyen (en années)	62.6 [55.3 ; 70.0]	58.2 [55.5 ; 60.9]	60.9	73.2
IMC (en kg/m²)	26.0 [19.4 ; 32.6]	26.0 [20.3 ; 31.7]	33.0	19.0
Poids moyen (en kg)	70.8 [50.3 ; 91.2]	67.5 [59.7 ; 75.3]	98.0	50.0
Sexe				
femmes	3	2	0	1
hommes	1	0	1	0
Score anesthésique				
Score ASA moyen	2.0 [0.9 ; 2.1]	1.5 [0.8 ; 2.2]	1.0	2.0
Fonction rénale				
Clairance rénale selon CKD-EPI en mL/min	79.0 [75.8 ; 90.7]	77.0 [74.2 ; 79.8]	89.0	90.0

Annexe 32 - Les caractéristiques physiopathologiques préopératoires des patients ayant bénéficié d'une néphrectomie partielle robot-assistée en 2020

	Tous	Chirurgien 1	Chirurgien 2	Chirurgien 3
Latéralité				
Droit	0	0	0	0
Gauche	4	2	1	1
Histologie				
Tumeurs malignes	2	0	1	1
-Carcinomes à cellules claires	1	0	0	0
-Carcinomes papillaires	1	0	1	1
-Carcinomes chromophobes		0	0	0
Tumeurs bénignes	2	2	0	0
-Néoplasme kystique	1	1	0	0
- Angiomyolipome	1	1	0	0
Focalité				
Focalité moyenne	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0	1.0
Taille tumorale				
Foyer principal	2.7 [1.5 ; 3.8]	2.1 [0.8 ; 3.4]	4.0	2.5
Grade nucléolaire				
Grade nucléolaire ISUP moyen	2.0 [2.0 ; 2.0]	NA	2.0	2.0
Stade TNM				
T1a	2	NA	1	1
T1b	0	NA	0	0
T2a	0	NA	0	0
T2b	0	NA	0	0
T3a	0	NA	0	0
Marges chirurgicales				
Saines	4	2	1	1
Intra-lésionnelles	0	0	0	0
Indéterminables	0	0	0	0

Annexe 33 - Les données opératoires des néphrectomies partielles robot-assistées réalisées en 2020

	Tous	Chir 1	Chir 2	Chir 3
Expérience de l'opérateur				
Opérateur seul	NA			
Global				
Nombre d'interventions observées				
Néphrectomies partielles	4	2	1	1
Télécompagnonnage				
Superviseur	0	0	0	0
Supervisé	0	0	0	0
Résection ganglionnaire				
Résection de ganglions	0	0	0	0
Abord chirurgical				
Open-coelioscopie	4	2	1	1
Lomboscopie	0	0	0	0
Temps opératoires en minutes				
Anesthésie	32.8 [14.3 ; 51.3]	18.0 [9.5 ; 26.5]	54.0	41.0
Installation	12.8 [7.4 ; 18.1]	16.0 [14.6 ; 17.4]	14.0	5.0
Intervention	139.5 [101.8 ; 177.2]	113.5 [76.0 ; 151.0]	174.0	157.0
Allumage robot	110.0 [86.6 ; 133.4]	95.5 [69.3 ; 121.7]	132.0	117.0
Présence en salle	195.0 [143.0 ; 247.0]	156.5 [117.6 ; 195.4]	252.0	215.0
Soins de suite	124.0 [83.9 ; 164.1]	92.5 [64.9 ; 120.1]	162.0	149.0
Indicateur de performance				
Durée d'ischémie chaude moyenne (en minutes)	23.3 [21.8 ; 24.8]	23.5 [21.4 ; 25.6]	24.0	22.0
Durée d'ischémie chaude < 25 minutes	4	2	1	1
Nombre de bras utilisés				
3 bras	0	0	0	0
4 bras	4	2	1	1
Consommation d'instruments robotiques				

Tous instruments	5.0 [5.0 ; 5.0]	5.0 [5.0 ; 5.0]	5.0 [5.0 ; 5.0]	5.0 [5.0 ; 5.0]
Portes aiguilles	2.0 [2.0 ; 2.0]	2.0 [2.0 ; 2.0]	2.0 [2.0 ; 2.0]	2.0 [2.0 ; 2.0]
Pinces Prograsp	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]
Ciseaux courbes monopolaires	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]
Pinces Maryland	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]	1.0 [1.0 ; 1.0]

Annexe 34 – Les coûts des postes de dépenses chirurgicaux, anesthésiques et robotiques des néphrectomies partielles robot-assistées réalisées en 2020 en euros TTC

	Global	Chirurgien 1	Chirurgien 2	Chirurgien 3
Coût global de la prise en charge au bloc opératoire				
Coût global	5360.8 [5009.7 ; 5711.9]	5100.1 [4814.9 ; 5385.3]	5530.5	5712.5
Coûts chirurgicaux				
Coût chirurgical global	2736.9 [2598.6 ; 2875.2]	2714.2 [2479.0 ; 2949.4]	2755.6	2763.6
Coûts matériels				
Coût matériel opératoire moyen	2255.1 [2151.3 ; 2358.9]	2308.8 [2173.0 ; 2444.6]	2235.6	2167.1
Coût en consommables robotiques	1911.6 [1911.6 ; 1911.6]	1911.6 [1911.6 ; 1911.6]	1911.6	1911.6
Coût en consommables non-robotiques	343.5 [239.7 ; 447.3]	397.2 [261.4 ; 533.0]	324.0	255.5
Coûts de stérilisation				
Coût de la stérilisation à l'autoclave	35.8 [35.8 ; 35.8]	35.8 [35.8 ; 35.8]	35.8	35.8
Nombre d'optiques	1.3 [0.5 ; 2.0]	1.5 [-0.2 ; 1.2]	1	1
Coût de la stérilisation basse température	23.2 [10.1 ; 36.4]	27.9 [14.7 ; 41.0]	18.6	18.6
Coûts en ressources humaines				
Coût global en ressources humaines	481.8 [372.0 ; 591.7]	405.4 [306.0 ; 504.8]	520.0	596.5
Professions médicales				
Temps de présence du chirurgien en heures	2.6 [1.9 ; 3.3]	2.1 [1.7 ; 2.4]	3.0	3.3
-Coût du chirurgien	157.3 [116.5 ; 198.0]	124.5 [102.6 ; 146.4]	180.0	200.0
Temps de présence de l'interne en heures	3.1 [2.5 ; 3.7]	2.8 [1.9 ; 3.8]	3.3	3.3
-Coût de l'interne	66.5 [46.9 ; 70.3]	53.8 [35.9 ; 71.7]	63.3	63.3

Professions paramédicales				
Temps de présence infirmier cumulé en heures	7.8 [5.9 ; 9.7]	6.6 [4.8 ; 8.5]	8.2	9.9
-Coût infirmier	250.7 [189.5 ; 311.8]	211.7 [152.1 ; 271.3]	261.3	317.9
Temps de présence cumulé des ASH en heures	0.7 [0.7 ; 0.7]	0.7 [0.7 ; 0.7]	0.7	0.7
-Coût des aide-soignant	15.3 [15.3 ; 15.3]	15.3 [15.3 ; 15.3]	15.3	15.3
Coûts anesthésiques				
Durée moyenne de prise en charge anesthésique en heures	5.3 [3.9 ; 6.7]	4.2 [4.0 ; 4.3]	6.1	6.9
Coût moyen de la prise en charge anesthésique	1110.6 [820.7 ; 1400.4]	867.9 [831.0 ; 904.8]	1266.2	1440.2
Coût d'amortissement du robot				
Coût par procédure	1454.3	1454.3	1454.3	1454.3

Annexe 35 - Fiche de recueil

Fiche de recueil :			
Etude d'impact économique Chirurgie robotique en urologie			
Recueil :	Nom de la personne réalisant le recueil :		Salle n° :
			Date : .../.../...
Patient :	IPP :	DON : .../.../...	
	Sexe : Femme <input type="checkbox"/> Homme <input type="checkbox"/>		
Chirurgien :	Dr Perrouin <input type="checkbox"/> Dr de Vergie <input type="checkbox"/> Pr Rigaud <input type="checkbox"/> Dr Loubersac <input type="checkbox"/> Dr Ismaël Chelghaf <input type="checkbox"/> Dr Fosse <input type="checkbox"/> Pr Karam <input type="checkbox"/>		
Indication chirurgicale			
Tumeur prostatique <input type="checkbox"/>	Vésiculoprostatectomie totale <input type="checkbox"/>		
	Curage lymphonodal non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>		Aires :
	Score Gleason :	Taille tumeur (cm) :	TNM : PSA (ng/mL) :
Tumeur vésicale <input type="checkbox"/> Vessie neurologique <input type="checkbox"/>	Cystectomie <input type="checkbox"/> +/- Prostatectomie <input type="checkbox"/> Pelvectomie antérieure <input type="checkbox"/>		
	Reconstruction vésicale : Utérostomie(Bricker) <input type="checkbox"/> Entérocystoplastie <input type="checkbox"/>		
	Stade TNM :		Taille tumorale (cm) :
	Curage lymphonodal non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>		Aires :
Tumeur rénale <input type="checkbox"/>	Néphrectomie partielle <input type="checkbox"/>		
	Curage lymphonodal non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>		Aires :
	Stade TNM :		Taille tumorale (cm) :
Temps en salle			
Préparation salle :	Heure de début :		Heure de fin :
Intervention :	Heure d'entrée du patient :		Heure de sortie :
Intervenants en salle hors visiteurs			
Fonction	Nom	Heure d'arrivée	Heure de sortie
Aide-soignante			
Aide-soignante			
IBODE			
IBODE			
IADE			
Anesthésiste			
Interne d'anesth.			
Chirurgien			
Chirurgien			
Interne de chirurgie			
Externe			

Conversion chirurgicale			
Laparotomie □		Laparoscope □	
Chariot de conversion en laparotomie			
Ecarteur à anneau rigide petit ou très petit	C8401 ou C8313	Applied	
Ecarteur à anneau rigide Alexis medium	C8402	Applied	
Ecarteur à anneau rigide Alexis large	C8403	Applied	
Ecarteur à anneau rigide Alexis extralarge	C8404	Applied	
Champ de table 152 x 191 cm	42222	Halyard	
Canule aspiration standard 25 cm 18 CH	Y1800	Medline	
Canule aspiration réglable 26,5 cm 24 CH	Y240FB	Medline	
Multi-applicateur coelio Surgiclip Medium/Large	1340XX	Medtronic	
Bistouri lame froide 23		Surgeon	
Cupule 1,5 litres	Q9461601		
Dispositifs médicaux - Laparoscopie			
Dénomination	Référence	Fournisseur	Nombre
Pansements, sutures cutanées, compresses			
Zetuvit absorbants Stériles 15x25cm	413773	Hartmann	
Zetuvit absorbants stériles 20x25cm	413775	Hartmann	
Compresse tissée 16 ép 10 x 10 cm (sach 10)	418045	Hartmann	
Compresses stériles 10x10 cm	010946	Raffin	
Compresses non tissées stériles 7,5x7,5 cm	070271	Raffin	
Compresses tissées stériles 45 x 45cm	310107	Raffin	
Sutures cutanées 13 x 102 mm Leukostrip	66002880	Smith & Nephew	
Cicaplaie stérile 5 x 7 cm	66660272	Smith & Nephew	
Cicaplaie stérile 10 * 8 cm	66660273	Smith & Nephew	
Cicaplaie stérile 15 x 10 cm	66660274	Smith & Nephew	
Cicaplaie stérile 10 x 30 cm	66660277	Smith & Nephew	
Clips			
Boîte Clips métal Challenger® Ti-P S/M ou M/L	PL574T ou PL579T	BBraun	
Clip ligature toutes tailles CLICK'AV GRENA	030103XX	Cousin Biotech	
Instrumentation Usage unique Coeliochirurgie			
Ciseaux coeliochirurgie Metzenbaum 5 mm 30 cm	E251251	Landanger	
Pince Ligasure laparoscopie mors courbes 5 mm 23 cm	LF1823	Medtronic	
Aspiration			
Flacon REDON 600 ml LL + tubulure DRENOFAST	28600	Clinical IHT	
Drain REDON + alène courbe Ch 16 perf 14 cm	29487	Clinical IHT	
Canule Elefant + tubulure PVC 5mm*45cm	ASP185	Coloplast	
Canule réglable 26,5 cm 24 CH	Y240FB	Medline	
Drain thoracique PVC 45 cm XXCH	210XX	The surgical company	
Tubulure + filtre aspiration fumées cello	4170503	Wolf	
Extraction tumeur			
Crayon dermique simple pointe fine + réglette flexible	DYNJ5M03	Medline	
Sac à extraction 5 mm 200 ml Memobag	332800-000010	Teleflex	
Sac à extraction 10 mm 800 ml Memobag	332800-000020	Teleflex	

Dispositifs médicaux - Laparoscopie (Suite)			
Dénomination	Référence	Laboratoire	Nombre
Préparation patient : Préparation cutanée			
Sets de badigeons	5477B	Hemodia	
Sets 1 badigeon + 1 Cupule	8215A	Hemodia	
Sets 2 badigeons + 1 Cupule	8216A	Hemodia	
Cupule plastique ST D 120 mL	09018	Tetra Medical	
Set de préparation ASPESKIN	911.52	Vygon	
Préparation Patient : Incision - Insufflation			
Kil Fios® Trocart coelochirurgie à ballonnet 5 x 75 mm	CFF05	Applied	
Mandrin Kil Fios first entry 12mm * 100mm	CTF73	Applied Medical	
Poche à bistouri 46cm x 71cm	89945	Kimberly-Clark	
Champs - Drapages			
Champ de bordure adhésif 3M™ Steri-Drape™	89313	3M	
Champ de table standard, 152 cm x 191 cm	42222	Halyard	
Bandes adhésives	89053	Halyard	
Champ absorbant avec adhésif 91 X 91 cm stérile	89343	Halyard	
Seringues			
Seringue Discardit II 10 ml	309110	BD MEDICAL	
Seringue 3 pièces embout sonde s/latex 50ml/60ml	SER3P60CA	Didactic	
Hémostatiques			
Hémostatique gel 5ml	1503353	Baxter	
Applicateur endoscopique pour FLOSEAL	0600125	Baxter	
Sutures			
Premicron™ non résorbable Vert	C0026XXX	BBraun	
Novosyn™	C00680XX	BBraun	
Prolène™ L75cm DTc0,7 USP6/0 AlgS2 CC 9,3mm 3/8c Micro P	8807H	J&J	
Prolène™ L75cm DTc1 AlgBB S2 17 3/8c RONDE	F1830	J&J	
Prolène™ L75cm DTc1 AlgCN1 S2 13 3/8c RONDE	F1856	J&J	
Prolène™ L 90cm DTc1,5 B14 S2 22 3/8c RONDE	F1875	J&J	
VICRYL™ bobine violet	JV120X	J&J	
VICRYL™ 22 mm 3/8 75 cm noire	JV29X0	J&J	
Monocryl™ Incolore D1,5 L70 cm T 19 mm 3/8	Y422H	J&J	
Monocryl™ 70CM DTc1,5 USP4/0 S1 JRB1 VB 1/2c ronde	Y430H	J&J	
PDS II™ L70cm DTc1 AlgCC1 S2 13 3/8c ronde	Z1033E	J&J	
PDS II™ L70cm DTc1,5 SH1 S2 22 1/2c ronde	Z1310H	J&J	
PDS II™ L70cm DTc0,7 AlgCC S2 9 3/8c ronde	Z1712H	J&J	
PDS II™ L70cm Déc3 AlgMH S1 36 1/2c	Z323H	J&J	
VLOC 2/0	VLOCL0315	Medtronic	
VLOC 3/0	VLOCL06X4	Medtronic	
VLOC 4/0	VLOCL0803	Medtronic	
VLOCN 3/0	VLOCN06X4	Medtronic	
Divers			
Housse de poignée scialytique	P54611	Clipamed	
Suspenseur silicone Surgical Loop toute couleur	B1095XXX	BBRAUN	

Consommables spécifiques du robot			
Porte-aiguille (aiguilles gros calibre)	470006	Intuitive	
Pince Cadlière 8 mm	470049	Intuitive	
Pince ProGrasp 8 mm	470093	Intuitive	
Pince bipolaire Maryland 8 mm	470172	Intuitive	
Ciseaux courbés monopolaires 8 mm	470179	Intuitive	
Vessel Sealer Extend	480422	Intuitive	
Sondage urinaire			
Kt urétéral SELEC-TIP * tous diamètres, extrémité courbée	62430XX0	Bard	
Kt urétéral SELEC-TIP * tous diamètres, extrémité droite	62450XX0	Bard	
Sonde urétérale Chevassu® Néoplex corps 5F bulbe 7F	ACS007	Coloplast	
Collecteur à urines			
Collecteur d'urines 4 Litres	COL4CCGS	Didactic	
Poche à urine stérile Eurobag® 2 Litres	134221R	Euromédis	
Système clos Diurèse horaire 400 + 2000 ml tube 120 cm	673064-000000	Teleflex	
Sondes vésicales			
Sonde Foley 2V Béquille BARDEX® Tiemann tous diamètres	0102V18	Bard	
Sonde de Foley 2V 42cm tous diamètres	1005LVXX	Bard	
Système clos Foley Latex PTFE 40cm 18GH	5C124518	Bard	
Sonde vésicale à Ballonnet Silicone tous diamètres	170605000XXX	Rusch	
Sondes d'irrigation			
Tubulure d'irrigation vésicale	202124	Asept in Med	
Tubulure d'irrigation souple 2 voies UNI'RIG®	202124	Asept in Med	
Sonde prostatique couvellaire latex hydrogel 3V 22CH	1853H22	Bard	
Poire à irrigation et aspiration	451.00	Vygon	
Solutés d'irrigation			
Poche NaCl 0,9% 3000 mL d'irrigation	400006	Aguettant	
Versylène Eau stérile 500 mL	400314	Fresenius Kabi	
Versylène NaCl 500 mL	400315	Fresenius Kabi	
Eau pour préparation injectable 10mL		Lavoisier	
Sondage rectal			
Sonde rectale 35cm tous diamètres	199XX011	Codan	

MADE, Pierre.- Titre de la thèse : La médico-économie peut-elle contribuer à l'efficacité d'un programme local de chirurgie urologique robot-assistée ?

107 feuilles. illustrations. 14 graphiques. 30 tableaux. 30 cm.- Thèse : Pharmacie; Rennes 1; 2020 ; N° .

Titre : La médico-économie peut-elle contribuer à l'efficacité d'un programme local de chirurgie urologique robot-assistée ?

Le robot chirurgical Da Vinci® s'inscrit dans le cadre de la chirurgie mini-invasive pour remédier aux écueils ergonomiques de la laparoscopie. Il vise une performance comparable à la chirurgie ouverte, avec une meilleure récupération fonctionnelle. Malgré une adoption plus tardive qu'aux Etats-Unis, il s'est ancré dans notre culture chirurgicale. En 2018, 213 chirurgies urologiques robot-assistées ont été réalisées au CHU de Nantes. Malgré cet entrain, sa rentabilité et son efficacité sont questionnées. Nous avons réalisé une étude médico-économique sur les cystectomies, les néphrectomies partielles et les prostatectomies totales robot-assistées réalisées au CHU de Nantes en 2018, selon la méthode de l'étude nationale des coûts ajustée. La balance financière, plutôt déficitaire, est hétérogène selon l'intervention. Aussi, nous avons proposé une approche de contention des coûts selon les postes de dépenses identifiés, qui pourrait contribuer à la rentabilité de cette technique.

Rubrique de classement : Médico-économie

Mots-clés : Etude médico-économique, urologie, efficacité, chirurgie robot-assistée

Mots-clés anglais MeSH : Medico-economic assessment, robotic surgery, urology, efficiency

JURY :

Président :	Monsieur LE CORRE Pascal
	Monsieur SELLAL Olivier [Directeur de thèse]
Assesseurs :	Monsieur RIGAUD Jérôme
	Monsieur DUPUIS Antoine
