

Année 2024/2025

N° 95

Thèse

Pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

Diplôme d'État
par

Noa GRUNBERG

Né(e) 13/07/1997 à Aix-en-Provence (13)

TITRE

SURRENALECTOMIE ROBOT-ASSISTEE VERSUS COELIOSCOPIQUE :
UNE ANALYSE RETROSPECTIVE BICENTRIQUE AVEC EVALUATION DE LA COURBE
D'APPRENTISSAGE

Présentée et soutenue publiquement le **27/06/2025** date devant un jury composé de :

Président du Jury : Professeur Ephrem SALAME, chirurgie Viscérale et Digestive, Faculté de médecine - Tours

Membres du Jury :

Professeur Mehdi OUAISSI, Chirurgie Viscérale et Digestive, Faculté de Médecine – Tours

Docteur Olivier SAINT-MARC, Chirurgie Viscérale et Digestive, PH – Orléans

Directeur de thèse : Docteur Nicolas MICHOT, Chirurgie digestive, PH - Tours
Docteur Haythem NAJAH, Chirurgie digestive, PH - Orléans

Surrénalectomie robot-assistée versus cœlioscopique : une analyse rétrospective bicentrique avec évaluation de la courbe d'apprentissage.

Résumé:

Introduction

La surrénalectomie robot-assistée (SRA) a émergé comme une alternative à la surrénalectomie cœlioscopique (SC), mais ses bénéfices réels restent débattus. Cette étude compare leurs résultats périopératoires et analyse la courbe d'apprentissage de la SRA.

Matériel et méthodes

Nous avons conduit une étude rétrospective bicentrique incluant 228 patients opérés entre 2013 et 2023 : 131 par SC (CHU de Tours) et 97 par SRA (CHU d'Orléans). Les données démographiques, les indications chirurgicales, les paramètres périopératoires et les complications per- et postopératoires ont été comparés (Dindo-Clavien, et CCI). Les critères secondaires comprenaient la durée opératoire et la durée d'hospitalisation. Une analyse en sous-groupe a été réalisée pour les tumeurs ≥ 6 cm. La courbe d'apprentissage de la SRA a été évaluée par CUSUM.

Résultats

Les patients SRA présentaient des scores ASA plus élevés ($p < 0,001$), plus d'antécédents de chirurgie abdominale ($p = 0,003$) et des tumeurs plus volumineuses ($p = 0,009$). Les taux de complications (Dindo-Clavien 1–5) étaient similaires (SRA : 18,6 % vs SC : 17,6 %, $p = 0,846$), avec peu de complications sévères. Il n'y avait pas de différence significative concernant la durée opératoire, les pertes sanguines ou le taux de conversion.

La SRA était associée de manière indépendante à une réduction de la durée d'hospitalisation (OR = 0,48 ; IC 95 % : 0,26–0,84 ; $p = 0,012$). Pour les tumeurs ≥ 6 cm, la SRA présentait un taux de complications postopératoires significativement plus faible (5,3 % vs 35,3 % ; $p = 0,037$). Le CUSUM indiquait une amélioration après 25 cas.

Conclusion

La SRA est une alternative sûre et efficace à la SC, avec des avantages potentiels chez des patients sélectionnés, notamment en cas de tumeurs volumineuses. La courbe d'apprentissage relativement courte de la SRA soutient son intégration dans les prises en charges.

Mots-clés : Surrénalectomie, Chirurgie robotique, Cœlioscopie, Chirurgie endocrinienne, complications périopératoires, Dindo-Clavien, Étude comparative

Robotic versus laparoscopic adrenalectomy: A bicentric retrospective analysis with learning curve assessment.

Abstract:

Introduction

Robotic-assisted adrenalectomy (RA) has emerged as an alternative to laparoscopic adrenalectomy (LA), yet its actual benefits remain debated. This study compared perioperative outcomes of RA and LA and assessed the learning curve for RA.

Materials and methods

We conducted a retrospective bicentric study of 228 patients who underwent adrenalectomy between 2013 and 2023: 131 by LA in Tours and 97 by RA in Orléans. Demographics, surgical indications, perioperative parameters, and complications were compared. Primary endpoints included peroperative and postoperative complications (Dindo-Clavien, and CCI). Secondary endpoints included operative time and length of hospital stay (LOS). Subgroup analyses focused on tumors ≥ 6 cm. The learning curve for RA was assessed through CUSUM analysis of operative time and CCI.

Results. Baseline characteristics differed between groups: patients in the RA group had higher ASA scores ($p < 0.001$), more prior abdominal surgeries ($p = 0.003$), and larger tumors ($p = 0.009$). Overall complication rates (Dindo-Clavien 1-5) were similar (RA:18.6% vs. LA:17.6%, $p = 0.846$), and severe complications were rare. No significant differences were found in operative time, blood loss, or conversion. RA was independently associated with shorter LOS (OR=0.48 (0.26–0.84), $p = 0.012$). For tumors ≥ 6 cm, RA had a significantly lower postoperative complication rate (5.3% vs. 35.3%; $p = 0.037$). The CUSUM analysis showed a consistent improvement after approximately 25 robotic cases.

Conclusion

RA is a safe and effective alternative to LA, offering potential advantages in terms of reduced hospital stay and lower postoperative morbidity in selected patients, particularly those with large adrenal tumors. Our findings also highlight the short learning curve associated with RA, supporting its adoption as a valuable minimally invasive approach.

Keywords: Adrenalectomy, Robotic surgery, Laparoscopy, Endocrine surgery, Perioperative outcomes, Clavien-Dindo, Comparative study

UNIVERSITE DE TOURS FACULTE DE MEDECINE DE TOURS

DOYEN

Pr Denis ANGOULVANT

VICE-DOYEN

Pr David BAKHOS

ASSESSEURS

Pr Philippe GATAULT, *Pédagogie*
Pr Caroline DIGUISTO, *Relations internationales*
Pr Clarisse DIBAO-DINA, *Médecine générale*
Pr Pierre-Henri DUCLUZEAU, *Formation Médicale Continue*
Pr Hélène BLASCO, *Recherche*
Pr Pauline SAINT-MARTIN, *Vie étudiante*

RESPONSABLE ADMINISTRATIVE

Mme Carole ACCOLAS

DOYENS HONORAIRES

Pr Emile ARON (†) – 1962-1966
Directeur de l'Ecole de Médecine - 1947-1962
Pr Georges DESBUQUOIS (†) – 1966-1972
Pr André GOUAZE (†) – 1972-1994
Pr Jean-Claude ROLLAND – 1994-2004
Pr Dominique PERROTIN – 2004-2014
Pr Patrice DIOT – 2014-2024

PROFESSEURS EMERITES

Pr Daniel ALISON
Pr Gilles BODY
Pr Philippe COLOMBAT
Pr Etienne DANQUECHIN-DORVAL
Pr Patrice DIOT
Pr Luc FAVARD
Pr Bernard FOUQUET
Pr Yves GRUEL
Pr Frédéric PATAT
Pr Loïc VAILLANT

PROFESSEURS HONORAIRES

P. ANTHONIOZ – P. ARBEILLE – A. AUDURIER – A. AUTRE – D. BABUTY – C. BARTHELEMY – J.L. BAULIEU – C. BERGER – JC. BESNARD – P. BEUTTER – C. BONNARD – P. BONNET – P. BOUGNOUX – P. BURDIN – L. CASTELLANI – J. CHANDENIER – A. CHANTEPIE – B. CHARBONNIER – P. CHOUTET – T. CONSTANS – C. COUET – L. DE LA LANDE DE CALAN – P. DUMONT – J.P. FAUCHIER – F. FETISSOF – J. FUSCIARDI – P. GAILLARD – G. GINIES – D. GOGA – A. GOUDEAU – J.L. GUILMOT – O. HAILLOT – N. HUTEN – M. JAN – J.P. LAMAGNERE – F. LAMISSE – Y. LANSON – O. LE FLOCH – Y. LEBRANCHU – E. LECA – P. LECOMTE – AM. LEHR-DRYLEWICZ – E. LEMARIE – G. LEROY – G. LORETTE – M. MARCHAND – C. MAURAGE – C. MERCIER – J. MOLINE – C. MORAIN – J.P. MUH – J. MURAT – H. NIVET – D. PERROTIN – L. POURCELOT – R. QUENTIN – P. RAYNAUD – D. RICHARD-LENOBLE – A. ROBIER – J.C. ROLLAND – P. ROSSET – D. ROYERE – A. SAINDELLE – E. SALIBA – J.J. SANTINI – D. SAUVAGE – D. SIRINELLI – J. WEILL

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AMELOT Aymeric	Neurochirurgie
ANDRES Christian.....	Biochimie et biologie moléculaire
ANGOULVANT Denis	Cardiologie
APETOH Lionel	Immunologie
AUDEMARD-VERGER Alexandra.....	Médecine interne
AUPART Michel.....	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BACLE Guillaume.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BAKHOS David.....	Oto-rhino-laryngologie
BALLON Nicolas.....	Psychiatrie ; addictologie
BARILLOT Isabelle.....	Cancérologie ; radiothérapie
BARON Christophe	Immunologie
BEJAN-ANGOULVANT Theodora.....	Pharmacologie clinique
BERHOUE Julien.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BERNARD Anne	Cardiologie
BLANCHARD-LAUMONNIER Emmanuelle	Biologie cellulaire
BLASCO Hélène.....	Biochimie et biologie moléculaire
BONNET-BRILHAULT Frédérique	Physiologie
BOULOIS Grégoire	Radiologie et imagerie médicale
BOURGUIGNON Thierry	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BRILHAULT Jean.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BRUNAULT Paul	Psychiatrie d'adultes, addictologie
BRUNEAU Laurent.....	Radiologie et imagerie médicale
BRUYER Franck.....	Urologie
BUCHLER Matthias.....	Néphrologie
CAILLE Agnès	Biostat., informatique médical et technologies de communication
CALAIS Gilles.....	Cancérologie, radiothérapie
CAMUS Vincent.....	Psychiatrie d'adultes
CORCIA Philippe.....	Neurologie
COTTIER Jean-Philippe.....	Radiologie et imagerie médicale
DEQUIN Pierre-François	Thérapeutique
DESMIDT Thomas	Psychiatrie
DESOUBEAUX Guillaume	Parasitologie et mycologie
DESTRIEUX Christophe	Anatomie
DI GUISTO Caroline.....	Gynécologie obstétrique
DU BOUEXIC de PINIEUX Gonzague	Anatomie & cytologie pathologiques
DUCLUZEAU Pierre-Henri.....	Endocrinologie, diabétologie, et nutrition
EHRMANN Stephan.....	Médecine intensive – réanimation
EL HAGE Wissam.....	Psychiatrie adultes
ELKRIEF Laure	Hépatologie – gastroentérologie
ESPITALIER Fabien.....	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
FAUCHIER Laurent	Cardiologie
FOUGERE Bertrand	Gériatrie
FRANCOIS Patrick.....	Neurochirurgie
GATAULT Philippe	Néphrologie
GAUDY-GRAFFIN Catherine	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
GOUPILLE Philippe	Rhumatologie
GUERIF Fabrice.....	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
GUILLON Antoine	Médecine intensive – réanimation
GUILLON-GRAMMATICO Leslie	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
GUYETANT Serge	Anatomie et cytologie pathologiques
GYAN Emmanuel	Hématologie, transfusion
HALIMI Jean-Michel.....	Thérapeutique
HERAULT Olivier	Hématologie, transfusion
HERBRETEAU Denis	Radiologie et imagerie médicale
HOURIOUX Christophe	Biologie cellulaire
IVANES Fabrice	Physiologie
LABARTHE François	Pédiatrie
LAFFON Marc	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LARDY Hubert	Chirurgie infantile
LARIBI Saïd.....	Médecine d'urgence
LARTIGUE Marie-Frédérique.....	Bactériologie-virologie
LAURE Boris.....	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
LE NAIL Louis-Romée	Cancérologie, radiothérapie
LECOMTE Thierry	Gastroentérologie, hépatologie

LEFORT Bruno	Pédiatrie
LEGRAS Antoine	Chirurgie thoracique
LEMAIGNEN Adrien	Maladies infectieuses
LESCANNE Emmanuel	Oto-rhino-laryngologie
LEVESQUE Éric	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LINASSIER Claude	Cancérologie, radiothérapie
MACHET Laurent	Dermato-vénéréologie
MAILLOT François	Médecine interne
MARCHAND-ADAM Sylvain	Pneumologie
MARRET Henri	Gynécologie-obstétrique
MARUANI Annabel	Dermatologie-vénéréologie
MEREGHETTI Laurent	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
MITANCHEZ Delphine	Pédiatrie
MOREL Baptiste	Radiologie pédiatrique
MORINIERE Sylvain	Oto-rhino-laryngologie
MOUSSATA Driffa	Gastro-entérologie
MULLEMAN Denis	Rhumatologie
ODENT Thierry	Chirurgie infantile
OUAISSI Mehdi	Chirurgie digestive
OULDAMER Lobna	Gynécologie-obstétrique
PAINTAUD Gilles	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
PARE Arnaud	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
PASI Marco	Neurologie
PERROTIN Franck	Gynécologie-obstétrique
PISELLA Pierre-Jean	Ophtalmologie
PLANTIER Laurent	Physiologie
REMERAND Francis	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
ROINGEARD Philippe	Biologie cellulaire
RUSCH Emmanuel	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
SAINT-MARTIN Pauline	Médecine légale et droit de la santé
SALAME Ephrem	Chirurgie digestive
SAMIMI Mahtab	Dermatologie-vénéréologie
SANTIAGO-RIBEIRO Maria	Biophysique et médecine nucléaire
SAUTENET-BIGOT Bénédicte	Thérapeutique
THOMAS-CASTELNAU Pierre	Pédiatrie
TOUTAIN Annick	Génétique
VOURC'H Patrick	Biochimie et biologie moléculaire
WATIER Hervé	Immunologie
ZEMMOURA Ilyess	Neurochirurgie

PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

DIBAO-DINA Clarisse
LEBEAU Jean-Pierre

PROFESSEURS ASSOCIES

LIMA MALDONADO Igor Anatomie || MALLET Donatien | Soins palliatifs |

PROFESSEUR CERTIFIE DU 2ND DEGRE

MC CARTHY Catherine Anglais |

CHERCHEURS INSERM - CNRS - INRAE

BECKER Jérôme.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BOUAKAZ Ayache	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BOUTIN Hervé.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BRIARD Benoit.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
CHALON Sylvie.....	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
DE ROCQUIGNY Hugues	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
ESCOFFRE Jean-Michel.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GILOT Philippe	Chargé de Recherche Inrae – UMR Inrae 1282
GOMOT Marie	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GOUILLEUX Fabrice	Directeur de Recherche CNRS – UMR Inserm 1100
GUEGUINO Maxime	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069
HAASE Georg.....	Chargé de Recherche Inserm - UMR Inserm 1253
HENRI Sandrine	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
HEUZE-VOURCH Nathalie.....	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
KORKMAZ Brice.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
LABOUTE Thibaut.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LATINUS Marianne	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LAUMONNIER Frédéric	Directeur de Recherche Inserm - UMR Inserm 1253
LE MERRER Julie	Directrice de Recherche CNRS – UMR Inserm 1253
MAMMANO Fabrizio	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
PAGET Christophe.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
RAOUL William	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069
SECHER Thomas.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SI TAHAR Mustapha.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SUREAU Camille	Directrice de Recherche émérite CNRS – UMR Inserm 1259
TANTI Arnaud	Chargé de Recherche Inserm - UMR Inserm 1253
WARDAK Claire	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Pour l'éthique médicale

BIRMELE Béatrice.....Praticien Hospitalier

Pour la médecine manuelle et l'ostéopathie médicale

LAMANDE Marc

Pour l'orthophonie

BATAILLE Magalie.....Orthophoniste
 CLOUTOUR Nathalie

CORBINEAU Mathilde

HARIVEL OUALLI Ingrid.....Orthophoniste

IMBERT Mélanie

SIZARET Eva

Orthophoniste

Pour l'orthoptie

BOULNOIS Sandrine.....Orthoptiste

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette Faculté,
de mes chers condisciples
et selon la tradition d'Hippocrate,
je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur
et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent,
et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux
ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira
les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas
à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres,
je rendrai à leurs enfants
l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

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.

A mon Jury de Thèse,

A Monsieur le Professeur Ephrem SALAME,

Merci de me faire l'honneur de présider mon jury de thèse. Je vous remercie de m'avoir accueillie comme vous l'avez fait dans votre service et dans votre spécialité il y a maintenant quelques années. Votre confiance, vos conseils et votre juste exigence ont forgé mes premiers pas en chirurgie, et influencé la suite de mon internat. Votre passion, votre ambition et votre savoir sont pour moi une source d'inspiration. Je vous en suis profondément reconnaissante. Soyez assuré de tout mon respect.

A Monsieur le Professeur Mehdi OUAISSI,

Merci pour tous ces moments au bloc opératoire, riches en connaissances et en caractère, avec des tonalités de Marseille et de Lille. Votre manière d'enseigner, généreuse en métaphores, a façonné mon internat. C'est un honneur d'avoir bénéficié d'une part de votre savoir qui a guidé mon éducation chirurgicale.

A Monsieur le Docteur Haythem NAJAH,

Haythem, je ne t'ai rencontré que tardivement pendant mon internat, mais il m'a paru évident que je pouvais te faire confiance les yeux fermés pour écrire cette thèse.

Je te remercie infiniment pour ta disponibilité, ton écoute et ta pédagogie. C'est grâce à ton mental et ton humanité que tu sais rendre toute situation symbolique et formatrice, dans la vie comme en chirurgie ; tu m'as beaucoup appris.

Merci pour tout ce temps que tu as consacré pour ce travail, même quand tu n'avais pas le temps. Surtout, merci pour toute la confiance que tu m'as accordée depuis que l'on se connaît, même si j'ai pu parfois mettre ta patience à rude épreuve. Ton soutien m'a été très précieux et je suis très heureuse de pouvoir compter sur toi. Amitiés.

A Monsieur le Docteur Nicolas MICHOT,

Merci pour ta patience, pour la générosité avec laquelle tu partages ton savoir-faire, et pour ta pédagogie dans tant de domaines chirurgicaux, qui font la différence. Merci aussi d'avoir accepté de m'accompagner dans ce travail qui marque une étape importante ; comme depuis le début de mon internat, avec bienveillance. Je ne saurais assez te remercier pour toutes les premières interventions où tu m'as guidée au bloc. Merci pour tes moments de tempo chirurgical, toujours accompagné de bon tempo musical. Tu as toute ma gratitude.

A Monsieur le Docteur Olivier SAINT-MARC,

C'est un grand honneur que vous partagiez votre expérience en faisant part des membres de mon Jury. Je serai toujours admirative de votre travail, de votre sang-froid et votre perfectionnisme. J'ai eu beaucoup de chance de pouvoir vous accompagner de près, là où certains font des kilomètres pour venir admirer votre savoir-faire.

Ma première anastomose digestive à vos côtés restera toujours l'une des premières pierres fondatrices de ma carrière. Je vous en remercie.

A l'ensemble de l'équipe du CHU de Tours,

Et toutes ces longues nuits passées au bloc opératoire ou parfois dans les airs, qui m'ont tant appris,

Au Docteur Alice ARTUS, pour ces blocs engagés et dynamiques,

Au Docteur Pierre Olivier JOUPPE, pour ta bonne humeur communicative,

Au Docteur Pétru BUCUR, pour ton ingéniosité inégalable,

Au Docteur Céline BOURBAO-TOURNOIS, pour votre rigueur (et votre carnet) qui me suivra tout le long de ma carrière,

Au Docteur Julien THIERY, pour ton authenticité,

Au Docteur Pascal BOURLIER, pour votre pédagogie sans égal, votre empreinte a marqué le service,

Au Docteur Nicolas TABCHOURI, pour ta persévérance inépuisable, et pour m'avoir quand même laissé prendre des initiatives, après m'avoir appris le terme P.I.P.O.,

Au Docteur Wallid EZZEDINE, à ton humour et ces cigales qui chantaient pendant tes blocs,

Au Docteur Nour BOU SALEH, Lise COURTOT, au Docteur Antoine DOYEN, au Docteur Elias KARAM, au Docteur Lucas VERDURE...

Et le Docteur Pauline JEANNOT, j'espère que tu as gardé une de mes innombrables bouteilles d'eau pour hydrater les baleines de la Réunion. Merci pour ce bout d'internat avec toi à faire des grands écarts ; Reste toujours aussi entière. Je suis fière de la chirurgienne que tu es devenue.

A toute l'équipe du CHU d'Orléans,

Au Docteur Baudouin THEBAULT, pour tes grandes qualités humaines et chirurgicales qui fédèrent,

Au Docteur David DUSSART, ta force et ta rigueur de travail sont un modèle,

Au Docteur Arnaud PIQUARD, pour le souci que vous accordez à chaque détail,

Au Docteur Marco PUCCI, pour ta patience légendaire et ta gentillesse,

Au Docteur Arnaud BELLOUARD, pour votre personnalité haute en couleur et pour le prisme que vous avez offert au patrimoine de la chirurgie,

Au Docteur ABOU-MRAD, pour ces by-pass en Franglish,

Merci à votre équipe de m'avoir tant partagé de votre savoir-faire. Travailler avec vous est un privilège. J'en ferai honneur tout le long de ma carrière chirurgicale.

A l'ensemble de l'équipe de CH de Chartres,

A votre patte chirurgicale, humaine, mais aussi culinaire...

Au Docteur JABALY, je me souviendrai toujours de mes premières hernies inguinales en série réalisées devant vous, merci pour votre patience et votre gentillesse,

Au Docteur Alban LE BIAN, au Docteur Makram MOUSSA (alias la galette), votre expertise, et vos conseils me sont plus que précieux, ils m'ont portée et continueront à m'accompagner.

Au Docteur MOALI, au Docteur YAKHLEF, au Docteur MEHANNA, au Docteur ZARSKI... Merci de m'avoir grand ouvert la porte de votre maison, je suis heureuse de vous retrouver très vite.

A l'ensemble de l'équipe du CH de Blois,

Aux Docteur GIRETTI, KRAFT, CALMELS et DALMASSO, merci pour ce semestre, j'en sors grandie.

Au Docteur Jean GOSSELIN, merci de m'avoir fait voyager à travers vents et marées. J'espère encore entendre vos histoires. Merci pour votre amitié, vous êtes un modèle.

A l'ensemble de l'équipe du CHU de Lille,

Au Professeur François PATTOU, au Professeur Robert CAIAZZO, au Docteur Grégory BAUD, au Docteur Camille MARCINIAK, au Docteur Mathilde GOBERT, au Docteur Mikael CHETBOUN, aux chefs de cliniques : FO, Geoffroy, Kash, Tobias, Mirka, et Olivier j'ai tout appris du maître.

Je ne vous ai rejoint qu'il y a peu de temps, mais je vous remercie déjà infiniment pour cet incroyable accueil digne du Nord, vos innombrables connaissances que vous partagez avec plaisir et votre disponibilité.

A Lina, Baouncole, Lucien, Rémi, Yanis...

A mes cointernes Tourangeaux,

Camille et ton empathie débordante, **Alizée, Dom, Romain, Aurélie** et nos craquages dans le bureau, **Amaury** pour tes méduses/bretelles, **Emilien, Hugo** et nos grandes soirées autour de grands drinks, **Ana, Antoine M** et tes tendances BDSM, **Pierre P, Romain Q** et tes J-avant la fin, **Thib** et tes « nan mais c'est pas ça l'histoire », **Arthur** je te jure ça passe vite je pense à toi, **Guillaume, Emma, Rayan** et tes bugs visuels, **Shanez** t'es une queen, **Jade** pour tes potins, **Anis** l'infiltré, **Charles, JE** pour la garde partagée de l'arrosoir, **Jouniaux** avec tes tunnels qui peuvent me tenir éveillée toute la nuit (coquin), **Clara** pour nos stages CHUistes riches en émotions, **Clémence** pour toujours ramener du relief et de la vie à tout mon internat, petite **Cam** et tes grands plats, **Crespin** pour la belle b*tch que tu penses être, **Mathieu** le PUPH, **Martin** (p*tainnnnn), **Falky** le funky, **Pancréazi** merci d'avoir gardé mes bâtons. Merci **Laurine** pour ces discussions et ces conseils qui résonneront le long de ma carrière.

A mes cointernes Lillois,

Pécu de la Clause, El cordon bleu, Baptou fragile, Fossette, FP junior, à défaut de faire des bons sympo, vous êtes vraiment sympas. Vous comptez déjà beaucoup. A ces futurs mois, ou plus, dont je n'ai pas encore bien visualisé tous les rebondissements, mais soit, à cet avenir plein de surprises. J'espère qu'à la fin du semestre vous en saurez plus sur votre pourcentage. J'attends les sauces les chipies.

Aux infirmier(e)s, aides-soignant(e)s et secrétaires de chirurgie digestive,

A travers les différents CH, qui m'ont ramené à la vie quand le cerveau et le corps ne répondait plus. A ces cafés assaisonnés aux potins.

Aux IBODEs qui m'ont accompagnée nuit et jour, entre les rires, les cris et les larmes.

A tous les collègues de l'autre côté du champ opératoire, ces dealos au lobe troué.

Table des matières :

I- INTRODUCTION	20
I.1- RAPPELS ANATOMIQUES	20
I.1.A- MORPHOLOGIE EXTERNE ET RAPPORTS	20
I.1.B- STRUCTURE INTERNE	23
I.1.C- VASCULARISATION	24
I.1.D- INNERVATION ET DRAINAGE LYMPHATIQUE	25
I.2- PATHOLOGIES SURRENALIENNES.....	25
I.2.A- PATHOLOGIES FONCTIONNELLES.....	25
I.2.B- CORTICOSURRENALOME	26
I.2.C- INCIDENTALOME.....	26
I.2.D- AUTRES PATHOLOGIES.....	27
I.3- INDICATIONS OPERATOIRES.....	27
I.3.A- TUMEURS FONCTIONNELLES	27
I.3.B- TUMEURS SUSPECTES DE MALIGNITE	27
I.3.C- INCIDENTALOMES.....	28
I.4- ABORDS CHIRURGICAUX.....	29
I.5- TECHNIQUE CHIRURGICALE	30
I.5.A- VOIE COELIOSCOPIQUE TRANSPERITONEALE	30
I.5.B- VOIE ROBOT-ASSISTEE	33
I.6- ETAT ACTUEL DE LA CHIRURGIE ROBOTIQUE	35
I.7- QUAND FAUDRAIT IL PREFERER LE ROBOT ?	36
II- ARTICLE ORIGINAL.....	40
INTRODUCTION.....	41
MATERIAL AND METHODS	41
RESULTS.....	42
DISCUSSION.....	50
ANNEXES	52

Liste des abréviations :

SC : Surrénalectomie par coelioscopie (Laparoscopie conventionnelle)

IMC : Indice de masse corporelle

OAP : Œdème aigu pulmonaire

HTA : Hypertension artérielle

TDM : Tomodensitométrie

IRM : Imagerie par résonance magnétique

TEP-FDG : Tomographie par émission de positons au fluorodésoxyglucose

TAP : Scanner thoraco-abdomino-pelvien

MIBG : Méta-iodo-benzyl-guanidine (scintigraphie)

VCI : Veine cave inférieure

UH : Unités Hounsfield

ASA : Score de l'American Society of Anesthesiologists

DC : Classification de Dindo-Clavien

CCI : Indice de complications global (Comprehensive Complication Index)

CUSUM : Analyse par somme cumulative

ET : Écart-type

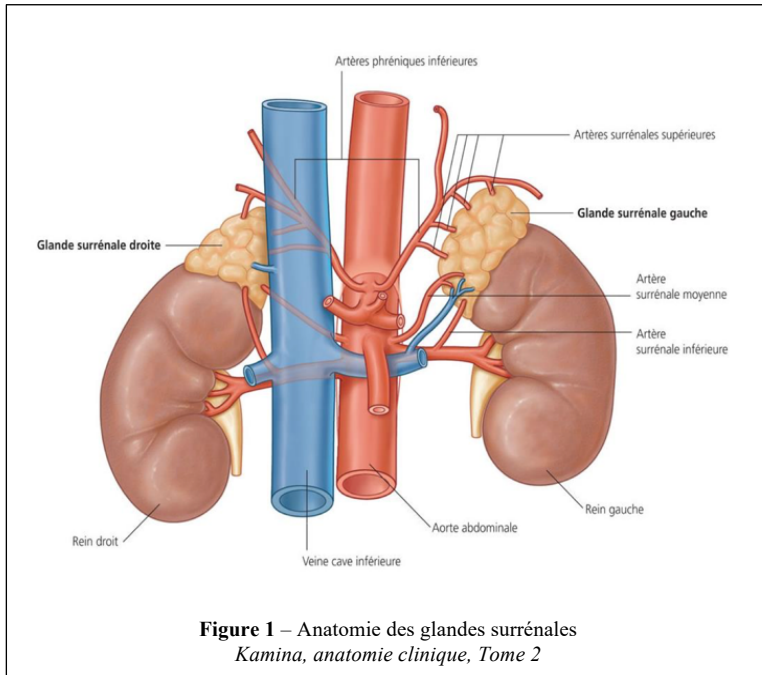
OR : Odd-ratio

I- INTRODUCTION

I.1- RAPPELS ANATOMIQUES

Les glandes surrénales sont deux organes endocriniens appariés, situés au niveau du pôle supérieur des reins, dans l'espace rétropéritonéal.

Elles participent à l'homéostasie via la sécrétion d'hormones stéroïdiennes et catécholaminergiques.



Elles mesurent 4 à 6 cm de hauteur, 2 à 3 cm de largeur, et pèsent entre 4 et 6 g chez l'adulte (1).

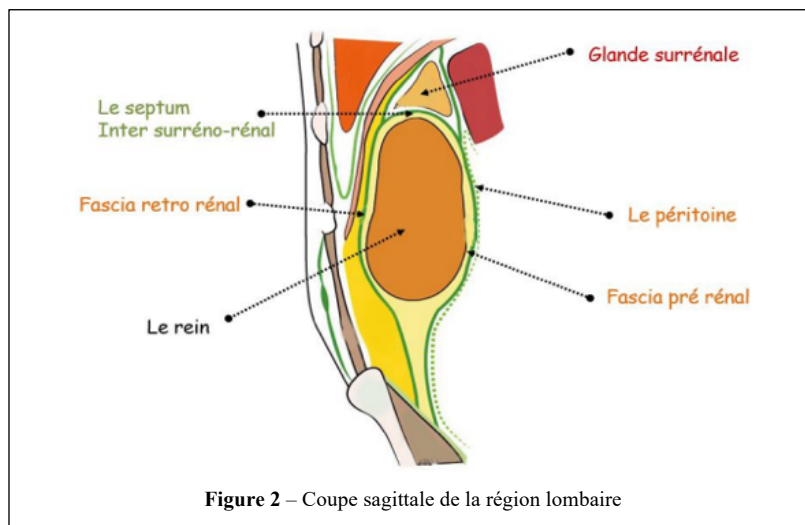
Elles sont de consistance ferme et reconnaissables par leur couleur grise/jaunâtre (« jaune chamois »).

Leur forme est asymétrique : la glande droite est pyramidale, la glande gauche est semi-lunaire ou en virgule inversée.

Elles sont entourées de tissu graisseux et contenues dans la loge surrénalienne.

I.1.A- MORPHOLOGIE EXTERNE ET RAPPORTS

Chaque glande est située à hauteur de T11/T12, entourée d'une capsule fibreuse distincte de la capsule rénale, mais solidaire du fascia rénal antérieur (fascia de Gérota), enchâssée dans la graisse périrénale (2).



A droite, la surrénale est plus bas située. Elle se situe en arrière de la veine cave inférieure en médial, le rein en inféro-postérieur, en avant du diaphragme, et au contact du foie. La face antérieure présente le hile en son centre.

- *Antérieurement :*

- Le foie droit, en particulier le lobe postérieur (segment VII). Une section du ligament triangulaire droit et de rétraction du foie est donc nécessaire pour exposer la surrénale.
- La veine cave inférieure pour la partie toute médiale de la surrénale

- *Postérieurement :*

- Le pilier droit du diaphragme.

- *Médialement :*

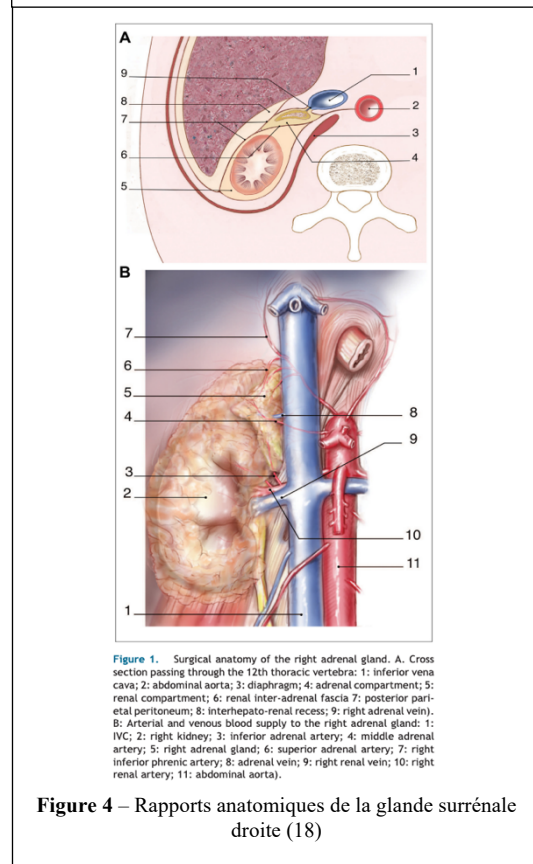
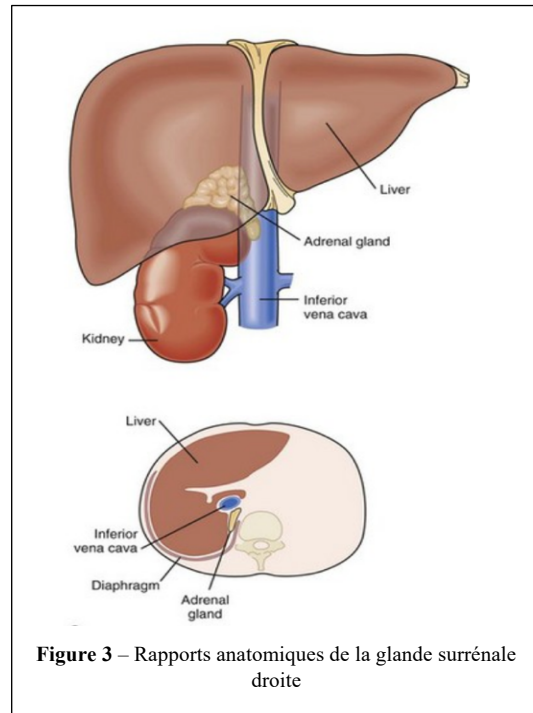
- La veine cave inférieure (VCI)
- La veine surrénalienne droite est très courte, naissant directement dans la face postéro-latérale de la VCI. Elle est fragile, et sa dissection représente un temps critique de l'intervention.

- *Inférieurement :*

- Le pôle supérieur du rein droit, séparé par un fin plan adipeux.

- *Latéralement :*

- Le foie, via ses attaches avec le diaphragme.
- Le bord postéro-supérieur du rein droit.



À gauche, elle déborde sur la partie supra hilaire du rein gauche. Elle est en relation avec le pancréas, la rate et la face postérieure de l'estomac. La face antérieure présente le hile en son centre. Les rapports se font avec :

- *Antérieurement* :

- La queue du pancréas, et les vaisseaux spléniques.
- Le ligament phrénico-colique (sustentaculum lienis) et l'angle colique gauche.

- *Postérieurement* :

- Le diaphragme thoraco-abdominal, notamment son pilier gauche.
- Le fascia rénal postérieur, qui l'isole partiellement du pôle supérieur du rein gauche.

- *Médialement* :

- L'aorte abdominale, séparée par un fin plan graisseux et lymphatique para-aortique.
- Le tronc cœliaque et l'émergence de l'artère mésentérique supérieure.
- La veine surrénalienne gauche, élément chirurgical clé, qui se draine directement dans la veine rénale gauche, souvent après avoir reçu l'affluent phrénico-abdominal.

- *Latéralement* :

- Le pôle supérieur du rein gauche, sur lequel elle repose.
- La face médiale de la rate, en haut et en dehors, séparée par le ligament spléno-rénal. La proximité de la rate impose une mobilisation douce du bloc spléno-pancréatique pour éviter toute plaie capsulaire.

- *Inférieurement* :

- Le pédicule rénal gauche et le pôle supérieur du rein gauche.

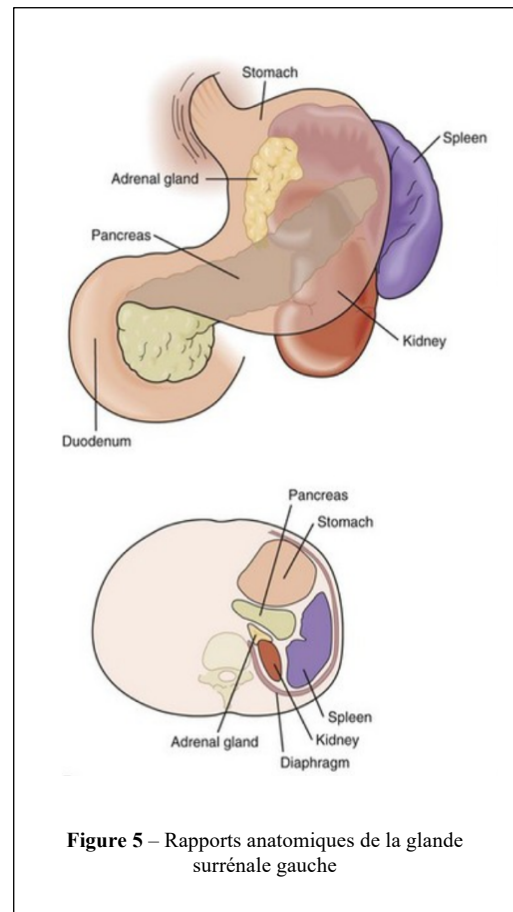
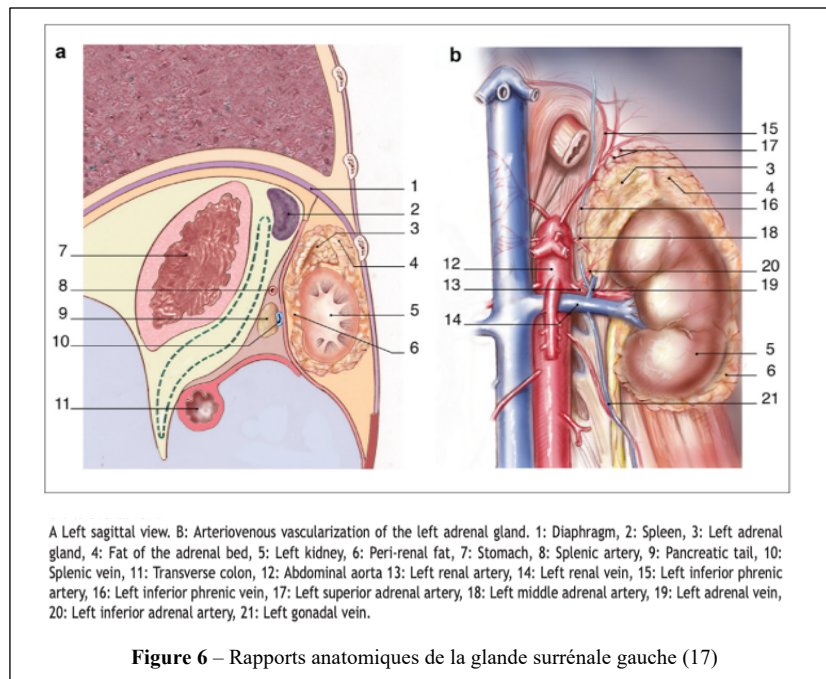


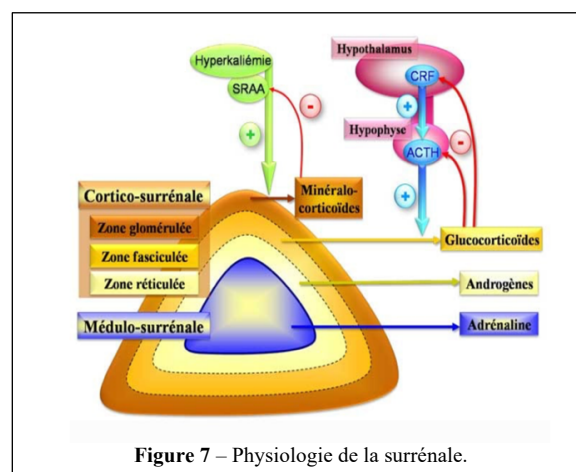
Figure 5 – Rapports anatomiques de la glande surrénale gauche



I.1.B- STRUCTURE INTERNE

Les glandes surrénales présentent une organisation histologique biphasique (3) :

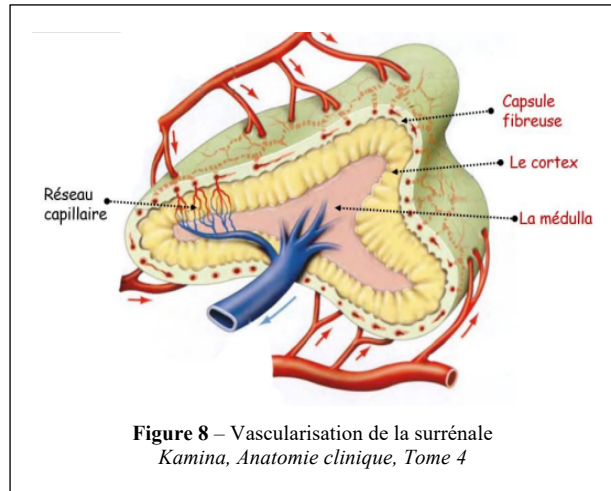
- *La corticosurrénale* (80-90 % du volume) dérive du mésoderme et se divise en trois zones
 - Glomérulée : sécrète l'aldostérone
 - Fasciculée : produit le cortisol
 - Réticulée : sécrète des androgènes (DHEA)
- *La médullosurrénale* (médulla), centrale, rouge foncée, d'origine neuroectodermique, composée de cellules chromaffines qui agissent sur le système cardiovasculaire, en produisant les catécholamines (l'adrénaline et la noradrénaline), sous contrôle direct du système nerveux sympathique via l'acétylcholine.



I.1.C- VASCULARISATION

L'irrigation artérielle est riche et variable, issue de trois sources principales (4) :

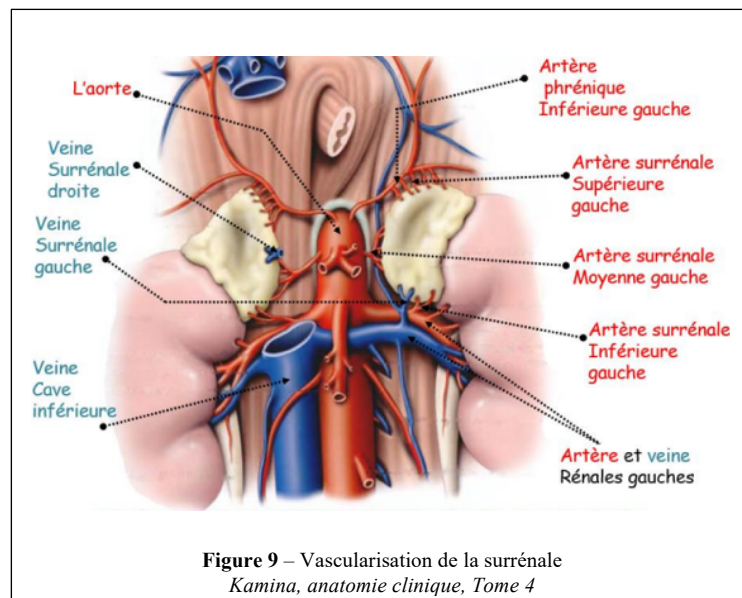
- Artère surrénalienne supérieure (branche issue de l'artère phrénique inférieure)
- Artères surrénaliennes moyennes (branches issues de l'aorte abdominale)
- Artère surrénalienne inférieure (branche issue de l'artère rénale)



Chaque glande est drainée par une veine surrénalienne unique :

Le plexus veineux de la médulla est drainé dans les veines centrales puis dans la veine surrénale qui émerge du hile.

- À droite : la veine se jette vers la veine cave inférieure avec un trajet court, horizontal et direct. De petit calibre, 1 cm de long.
- À gauche : la veine se jette vers la veine rénale gauche, via un tronc commun après avoir reçu la veine phrénique inférieure gauche. Son trajet est vertical. Elle fait 3 cm de long.



Cette particularité veineuse conditionne le geste chirurgical : la ligature assez précoce de la veine surrénalienne est recommandée, notamment en cas de phéochromocytome, avant toute mobilisation de la glande, pour éviter une décharge massive de catécholamines.

I.1.D- INNERVATION ET DRAINAGE LYMPHATIQUE

Les glandes surrénales sont richement innervées par le système orthosympathique via les plexus cœliaque et aortico-rénal, permettant une sécrétion rapide d'hormones en réponse au stress. Le drainage lymphatique se fait vers les nœuds lombo-aortiques, ce qui a une importance particulière dans les indications oncologiques (adénopathies suspectes, carcinome corticosurrénalien).

I.2- PATHOLOGIES SURRENALIENNES

Les glandes surrénales peuvent être le siège de nombreuses pathologies d'origine tumorale, fonctionnelle ou congénitale.

Ces pathologies sont classées selon leur caractère fonctionnel ou non, et leur potentiel bénin ou malin (5).

I.2.A- PATHOLOGIES FONCTIONNELLES

I.2.A.a- HYPERALDOSTERONISME PRIMAIRE (Syndrome de Conn)

Il s'agit d'une sécrétion inappropriée d'aldostérone, responsable d'une rétention sodée, d'une fuite potassique et d'une hypertension artérielle.

Il représente environ 5 à 10 % des causes d'HTA.

L'étiologie est dominée par l'adénome de Conn (60%) et l'hyperplasie bilatérale (35%).

Le diagnostic biologique repose sur un rapport aldostérone/rénine plasmatique élevé, confirmé par des tests dynamiques (charge saline, test au captopril).

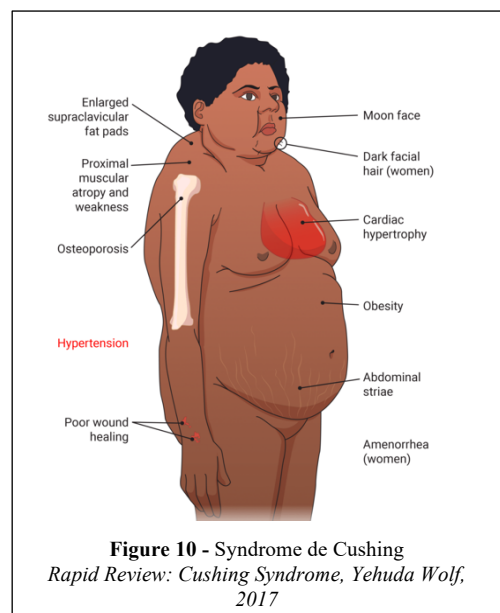
L'imagerie, par tomodensitométrie (TDM), permet d'identifier une lésion unilatérale, mais la confirmation de la latéralisation peut nécessiter un cathétérisme des veines surrénales, surtout en cas de doute ou avant une chirurgie conservatrice (6).

1.2.A.b- SYNDROME DE CUSHING

Le syndrome de Cushing résulte d'un excès chronique de cortisol. Il peut être ACTH-dépendant (adénome hypophysaire ou sécrétion ectopique) ou ici ACTH-indépendant (adénome ou carcinome surrénalien). Cliniquement, on retrouve un faciès lunaire, une obésité tronculaire, une amyotrophie proximale, des vergetures pourpres, une hypertension artérielle, un diabète et une ostéoporose.

Le diagnostic biologique repose sur un hypercortisolisme endogène : absence de freinage du cortisol après dexaméthasone, cortisol libre urinaire augmenté, perte du rythme nyctéméral. Le dosage de l'ACTH permet de distinguer les formes dépendantes ou non.

L'IRM hypophysaire ou l'imagerie surrénalienne guide la recherche étiologique (7).



1.2.A.c- PHEOCHROMOCYTOME

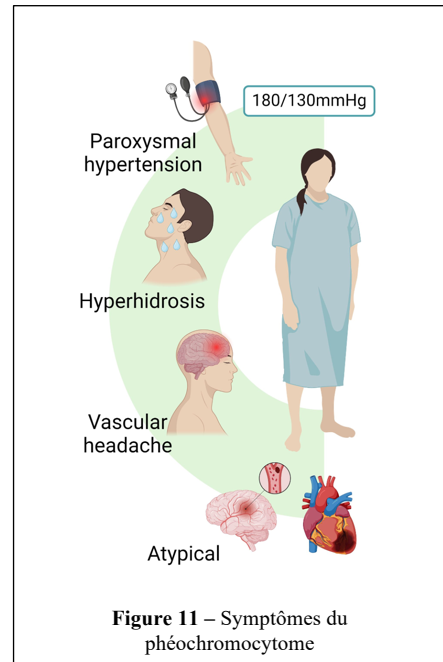
Les phéochromocytomes sont des tumeurs de la médullaire surrénalienne sécrétant des catécholamines. Les paragangliomes sont des tumeurs apparentées, localisées en dehors des surrénales.

Le tableau clinique associe des accès paroxystiques de céphalées, sueurs, palpitations, associés à une hypertension artérielle, parfois sévère.

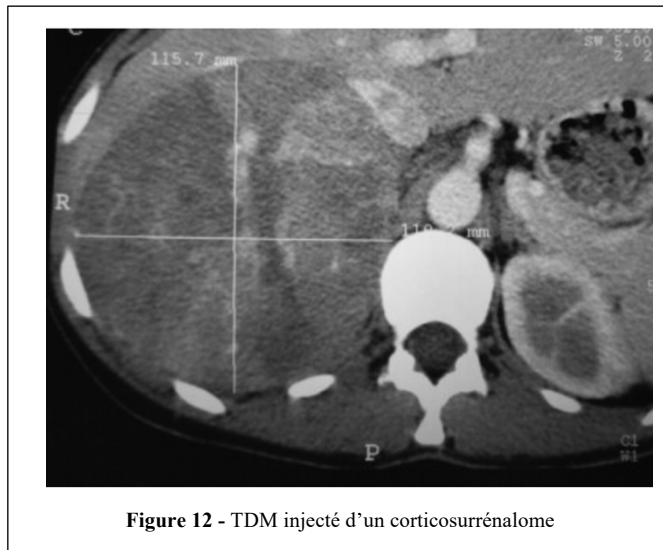
Le diagnostic repose sur le dosage des métanéphrines plasmatiques ou urinaires, plus sensibles que les catécholamines elles-mêmes.

L'imagerie (IRM, TDM) identifie des lésions hypervasculaires. En cas de doute, une scintigraphie au MIBG ou une TEP au ^{68}Ga -DOTATATE peut être réalisées (8).

Tout patient avec un phéochromocytome bilatéral doit bénéficier d'un bilan génétique approfondi, même en l'absence de signe clinique évocateur (syndromes MEN2 (RET), VHL, NF1, SDHx).



1.2.B- CORTICOSURRENALOME



Le corticosurrénalome, carcinome surrénalien, est une tumeur maligne rare, souvent sécrétante (hypercortisolisme, androgènes), au pronostic réservé (9).

Il se présente généralement sous forme d'une masse volumineuse (≥ 6 cm), hétérogène, avec des signes d'invasion locale ou de métastases (10).

Le diagnostic repose sur l'imagerie morphologique (TDM, IRM) et fonctionnel (TEP-FDG).

Un bilan hormonal est toujours requis.

1.2.C- INCIDENTALOME

Les incidentalomes sont des masses surrénaliennes découvertes fortuitement à l'imagerie. Leur prévalence augmente avec l'âge (jusqu'à 7 % après 70 ans).

Le principal enjeu est de déterminer si la lésion est fonctionnelle ou maligne (11).

Le bilan initial comprend un test de freinage à la dexaméthasone, un dosage du rapport aldostérone/rénine (en cas d'HTA), et des métanéphrines urinaires (12) pour éliminer une sécrétion infraclinique.

La TDM permet d'évaluer les critères radiologiques de bénignité : taille < 4 cm, densité < 10 UH, rehaussement rapide et homogène.

La plupart des incidentalomes sont non fonctionnels (jusqu'à 84 % dans les séries), et la probabilité qu'ils soient des tumeurs malignes est faible (<5%) (13),

1.2.D- AUTRES PATHOLOGIES

L'hyperplasie surrénalienne congénitale (HSC) est une affection héréditaire liée à un déficit enzymatique de la stéroïdogénèse, le plus souvent la 21-hydroxylase. Elle entraîne un excès d'androgènes et un déficit en cortisol $\pm$ aldostérone. Le dépistage repose sur le dosage de la 17-hydroxyprogestérone.

Les surrénales peuvent également être le siège de métastases secondaires, notamment d'origine pulmonaire, mammaire, rénale, gastrique ou colique.

Sont également diagnostiquées des pathologies plus rares comme les kystes surrénaliens, hématomes, ganglioneuromes, lymphangiomes...

I.3- INDICATIONS OPERATOIRES

La chirurgie des glandes surrénales s'est considérablement développée avec les progrès de l'imagerie, des dosages hormonaux spécifiques, et des techniques chirurgicales.

Les indications reposent sur une évaluation rigoureuse des anomalies hormonales, des caractéristiques morphologiques de la lésion, son évolution dans le temps, et la présomption de malignité.

Selon les recommandations actualisées de l'Association Française d'Urologie (AFU), 2023, les indications opératoires peuvent être classées en trois grands groupes :

I.3.A- TUMEURS FONCTIONNELLES

Ce sont les principales indications chirurgicales, car la sécrétion hormonale autonome a des conséquences cliniques et métaboliques :

- Phéochromocytome : Exérèse systématique après préparation médicale (α -bloquants).
- Adénome de Conn (hyperaldostéronisme primaire) : Indication opératoire en cas de latéralisation avérée.
- Adénome de Cushing (syndrome de Cushing ACTH-indépendant).

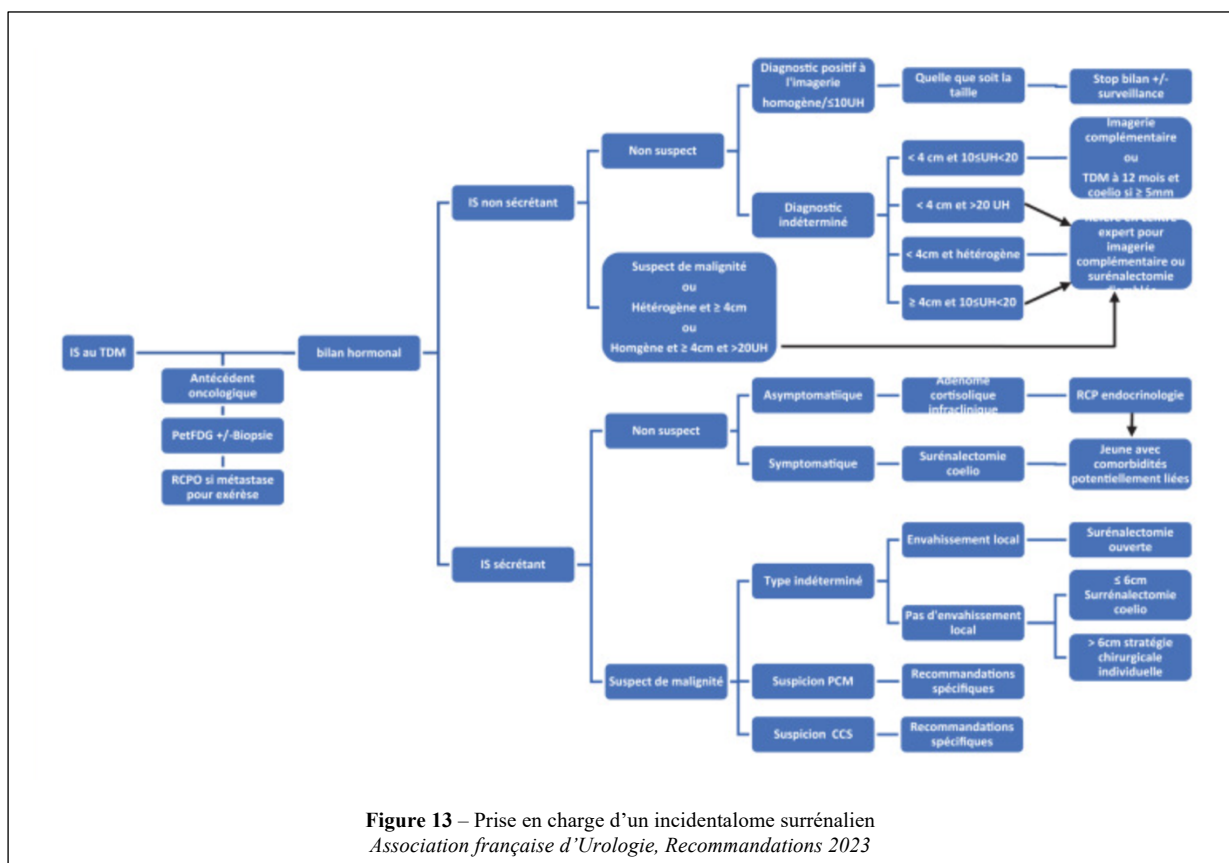
I.3.B- TUMEURS SUSPECTES DE MALIGNITE

La nature cancéreuse d'une lésion surrénalienne peut être suspectée sur des critères radiologiques (taille $\geq$ 4/6 cm, densité élevée > 10UH ou rehaussement faible au scanner, croissance rapide).

Trois situations principales :

- *Carcinome corticosurrénalien* : Chirurgie radicale avec résection en monobloc (voire spléno-pancréatectomie gauche, hépatectomie partielle ou néphrectomie selon envahissement), avec curage périrénal et péri-surrénalien.
La chirurgie peut être associée à un traitement adjuvant (chimiothérapie, mitotane...) ou une radiothérapie si maladie avancée ou métastatique.
- *Métastase surrénalienne isolée* : Chirurgie discutée au cas par cas, selon le contrôle de la tumeur primitive et l'état général.
- *Tumeurs indéterminées*, ≥ 4 cm, hétérogènes, ou augmentant de taille (20% de volume ou en grand axe de 5 mm) : Exérèse chirurgicale préventive à discuter.

1.3.C- INCIDENTALOMES



Les recommandations actuelles indiquent la chirurgie dans les cas suivants :

- Fonctionnalité hormonale confirmée (clinique ou biologique) : cf *tumeurs fonctionnelles*,
- Suspect de malignité affirmé,

- Lésion moyennement suspecte : Taille ≥ 4 cm et > 20 UH / hétérogène,
- Augmentation de taille lors du suivi (20% de volume ou en grand axe de 5 mm).

Les incidentalomes indéterminés : < 4 cm et 10 à 20 UH / hétérogène OU ≥ 4 cm et 10 à 20 UH indiquent une imagerie complémentaire (TDM avec wash-out, IRM, TEP-18FDG) avant évaluation chirurgicale.

I.4- ABORDS CHIRURGICAUX

La surrénalectomie peut être réalisée par plusieurs voies d'abord :

- Voie ouverte (laparotomie ou lombotomie) :

Désormais réservée aux corticosurrénales malin confirmé ou fortement suspectés, afin d'éviter toute rupture tumorale ou dissémination, lésions autres de grande taille (≥ 6 cm), envahissantes ou en cas de récurrence. La taille seule n'est pas un critère absolu de choix de laparotomie, elle oriente vers un risque accru de malignité.

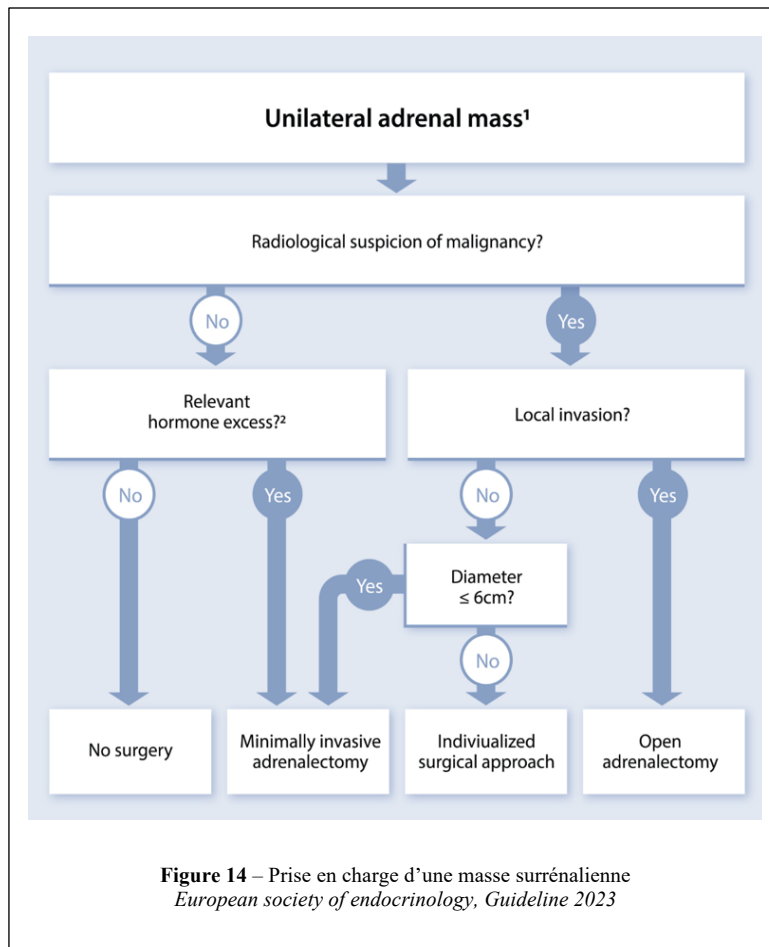
- Voie coelioscopique conventionnelle :

- Voie trans-péritonéale : gold standard actuel pour les lésions bénignes ou de taille modérée < 6 cm. Dans les centres experts, la coelioscopie est discutée pour les lésions ≥ 6 cm.
- Voie rétropéritonéale : utile dans certains cas unilatéraux ou chez les patients multi-opérés.

- Voie coelioscopique robot-assistée :

De plus en plus utilisée, notamment pour les tumeurs complexes dans les centres équipés.

La sélection de la voie d'abord dépend du terrain du patient, de la taille de la tumeur, sa latéralisation, son caractère fonctionnel, mais aussi de l'expérience du chirurgien et des équipements disponibles (14).

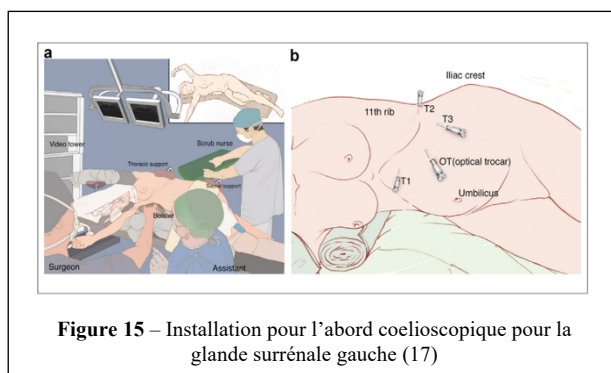


I.5- TECHNIQUE CHIRURGICALE

I.5.A- VOIE COELIOSCOPIQUE TRANSPERITONEALE

I.5.A.a- INSTALLATION ET TROCARTS

Le patient est placé en décubitus latéral (15), flanc controlatéral surélevé grâce à un appui lombaire en hyperflexion à 60-70°, afin d’augmenter l’espace de travail rétropéritonéal. Le bras supérieur en abduction (16).



Surrénale gauche : le trocart optique est introduit en péri-ombilical, deux trocarts de travail en sous-costal gauche et en épigastre, et un trocart assistant dans le flanc gauche.

Surrénale droite : la position est identique mais inversée. Le foie est rétracté par un trocart sous-xiphoïdien.

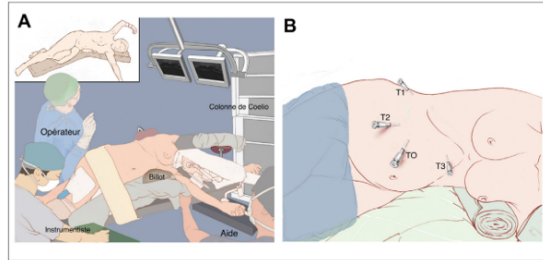
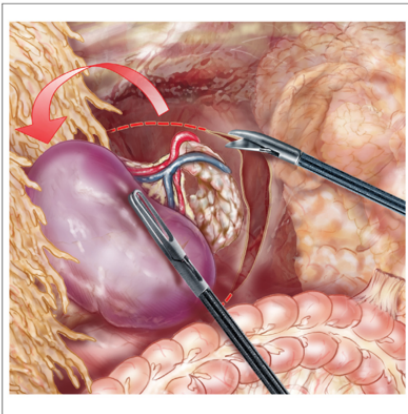
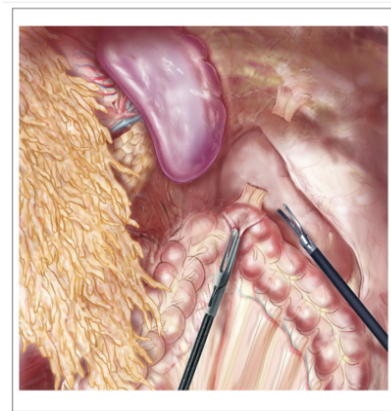


Figure 16 – Installation pour l'abord coelioscopique pour la glande surrénale droite (18)

I.5.A.b- TEMPS OPERATOIRES

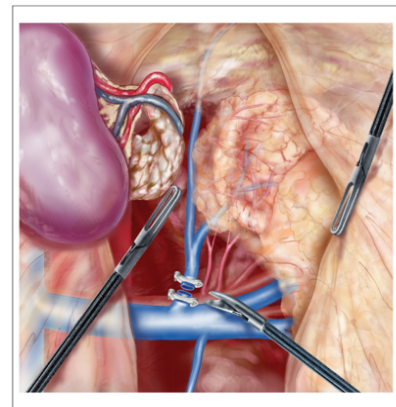
Pour la surrénale gauche (17) :

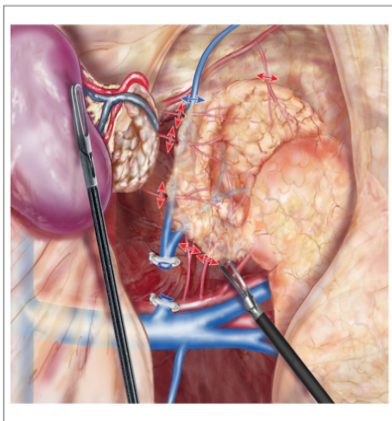
1. Ouverture du ligament phrénico-colique et mobilisation de l'angle colique gauche, devant le fascia de Gérota.



2. Mobilisation du bloc spléno-pancréatique (manœuvre de Gerota inversée), jusqu'à la face postérieure de l'estomac et le pilier gauche du diaphragme.

3. Dissection du pédicule rénal gauche et exposition de la glande surrénale. Identification et ligature précoce de la veine surrénalienne gauche (vers la veine rénale).



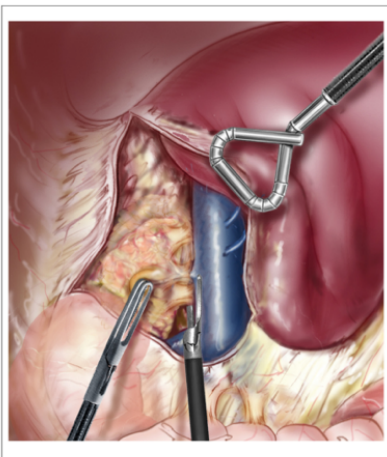
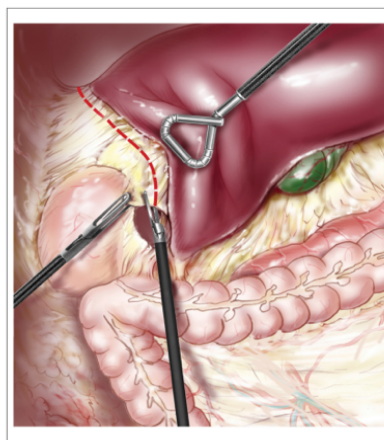


4. Dissection minutieuse de la glande en respectant la capsule. Mise en place de l'endobag et extraction de la glande.

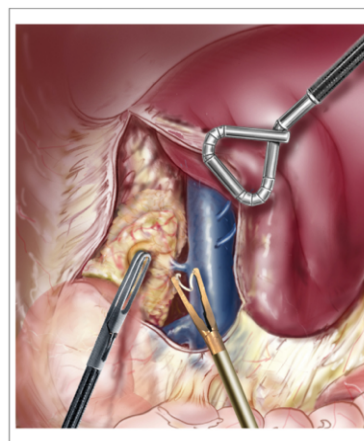
NB : Lors de la chirurgie d'un phéochromocytome, il est essentiel de minimiser les manipulations tumorales afin d'éviter une libération massive de catécholamines dans la circulation systémique, avec contrôle rapide initial de la veine.

Pour la surrénale droite (18):

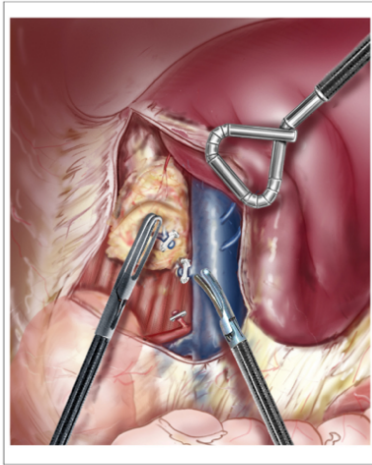
1. Mobilisation du foie par section du ligament triangulaire droit et mobilisation de la loge surrénalienne. Dissection de bas en haut, et de dehors en dedans.



2. Décollement de la VCI sur le bord latéral droit et non sur sa face antérieure, afin d'éviter de léser les veines drainant le segment I hépatique, ou même une veine hépatique inférieure inconstante drainant les segments VI et VII, présente dans 15 à 20 % des cas.



3. Identification et contrôle de la veine surrénalienne droite, très courte et horizontale et drainée directement dans la VCI : temps délicat.



4. Dissection de la glande en bloc, hémostase et extraction.

I.5.B- VOIE ROBOT-ASSISTEE

Développé en 1985 (19), le système chirurgical le plus utilisé est le système da Vinci® (Intuitive Surgical, Sunnyvale, Californie, USA). Il s'agit d'un robot d'assistance chirurgicale mini-invasive, conçu pour reproduire et amplifier les gestes du chirurgien avec une extrême précision. Il se compose de trois éléments principaux : une console chirurgicale où le chirurgien opère en vision 3D haute définition et un agrandissement jusqu'à x10 ; un chariot patient muni de bras articulés portant les instruments et la caméra ; et une tour de contrôle regroupant les équipements optiques et d'insufflation.



I.5.B.a- INSTALLATION ET TROCARTS

Similaire à la coelioscopie, les 4 trocarts en ligne quasi horizontale ou légèrement incurvée, positionnés entre l'arc costal et l'ombilic :

- 1 trocart optique (caméra) paramédian ombilical (bras 2 du robot)
- 3 trocarts opérateurs pour les bras du robot. Le bras 1 latéralement au trocart optique dans le flanc et les bras 3 et 4 médialement.
- Parfois, 1 trocart accessoire pour l'aide (aspiration, rétraction).

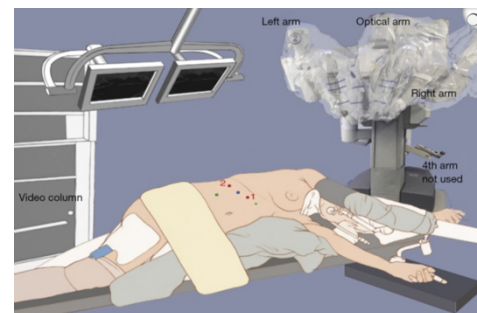


Figure 17 – Installation pour l'abord robotique (21)

Le positionnement des bras est crucial pour éviter les conflits. Il faut respecter une distance de 8 à 10 cm entre deux trocars.



Figure 18 – Installation pour l'abord robotique (surrénale gauche)

I.5.B.b- TEMPS OPERATOIRES

Après création du pneumopéritoine, mise en place des trocars et docking (=arrimage) du robot (20).

Dissection identique à la coelioscopie mais facilitée par les instruments articulés et la stabilité optique en tridimension.

Extraction du spécimen dans un endobag par le trocar élargi.

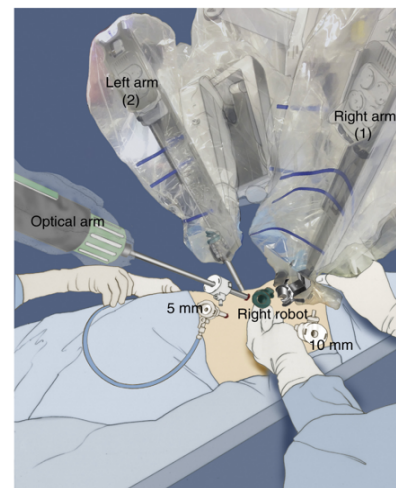


Figure 19 – Docking du robot (21)

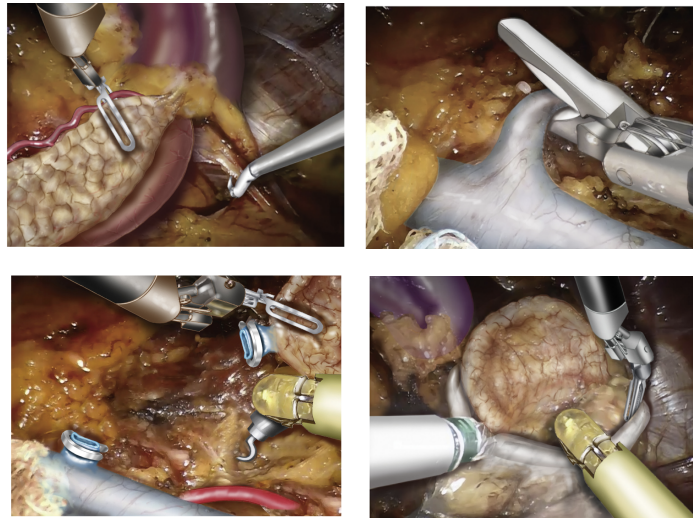


Figure 20 – Aperçu des temps opératoires de la surrénalectomie gauche par abord robotique (21)

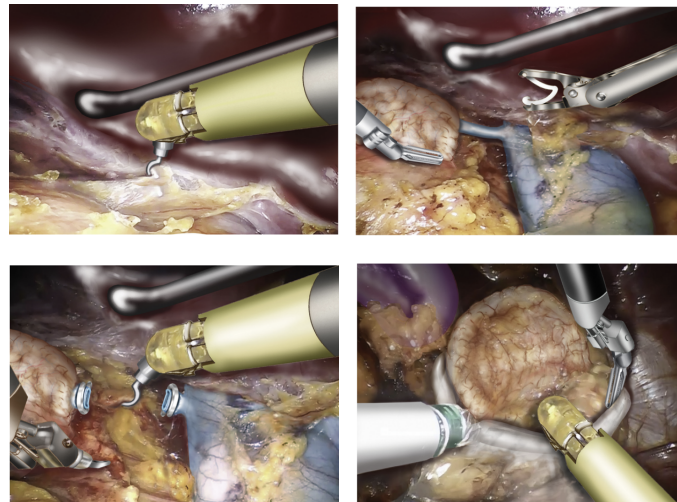


Figure 21 – Aperçu des temps opératoires de la surrénalectomie droite par abord robotique (21)

I.6- ETAT ACTUEL DE LA CHIRURGIE ROBOTIQUE

Au cours des deux dernières décennies, la surrénalectomie par voie laparoscopique est devenue la technique de référence pour l'exérèse des lésions surrénaliennes bénignes et fonctionnelles. Plus récemment, l'avènement de la chirurgie robot-assistée a ouvert de nouvelles perspectives en termes de précision, d'ergonomie et de sécurité. Toutefois, sa supériorité clinique par rapport à la coelioscopie conventionnelle reste un sujet de débat.

Le développement de la chirurgie robotique en surrénalectomie est motivé par plusieurs caractéristiques techniques :

- Vision 3D haute définition
- Instruments articulés (EndoWrist) avec 7 degrés de liberté
- Suppression du tremblement et ergonomie du poste opérateur
- Amélioration de la précision de dissection

Ces avantages visent à réduire la courbe d'apprentissage, faciliter la dissection, et améliorer les conditions opératoires, notamment sur le versant droit, réputé plus difficile par laparoscopie conventionnelle (21).

Comparaison robot / coelioscopie : synthèse des avantages et limites à ce jour :

Critère	Coelioscopie	Robot
Apprentissage	Plus long	Plus rapide (10 cas) (22,23)
Vision	2D	3D HD, stabilisée
Précision des gestes	Limitée aux mouvements en ligne	Articulation fine (EndoWrist)
Taux de complication	Très faible dans les mains expérimentées	Équivalent ou inférieur (24)
Conversions	Rare, surtout en cas d'adhérences	Plus faible dans certaines séries (25)
Coût	Faible	Plus élevé (acquisition, consommables, maintenance) (26, 27)
Ergonomie opérateur	Contraignante	Grand confort (poste assis, gestes précis)
Cas complexes (IMC élevé, tumeur ≥ 6 cm, antécédents)	Risque de conversion plus élevé (15)	Meilleure tolérance à la complexité (28, 29)

I.7- QUAND FAUDRAIT IL PREFERER LE ROBOT ?

La robotique semble trouver sa place progressivement pour plusieurs centres dans le cadre de la chirurgie endocrinienne, et notamment pour les surrénalectomies.

Elle trouverait une pertinence particulière dans certaines situations complexes : tumeurs de grande taille (≥ 6 cm), phéochromocytomes (30, 31), patients obèses (IMC élevé) (32), antécédents de chirurgie abdominale (33), et permettrait une dissection plus sûre et un contrôle plus précis des structures notamment vasculaires.

L'objectif de ce travail est d'évaluer, à travers une étude rétrospective bicentrique, les résultats de la surrénalectomie robot-assistée, réalisée au CHU de Orléans, et de les comparer à ceux de la coelioscopie conventionnelle, réalisée au CHU de Tours, entre 2013 et 2023.

Il s'agit de déterminer si la voie robotique présente une équivalence, voire un avantage, sur le plan chirurgical et clinique, dans le cadre d'une activité de chirurgie endocrinienne courante.

Références bibliographiques :

1. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. Anatomie Clinique. Deboeck, 2017
2. Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice, 42e éd., Elsevier, 2020
3. Endocrinology: Adult and Pediatric. 7th ed. Elsevier, 2016
4. Skandalakis JE, Colborn GL, Skandalakis PN. Surgical anatomy and technique: a pocket manual. Springer, 2014
5. Présentation des glandes surrénales, Ashley B. Grossman, MD, University of Oxford; Fellow, Green-Templeton College, 2024
6. Funder JW, Carey RM, Mantero F, Murad MH, Reincke M, Shibata H, Stowasser M, Young WF Jr. The Management of Primary Aldosteronism: Case Detection, Diagnosis, and Treatment: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. J Clin Endocrinol Metab. 2016 May;101(5):1889-916. doi: 10.1210/jc.2015-4061. Epub 2016 Mar 2. PMID: 26934393
7. Reincke M, Fleseriu M. Cushing Syndrome: A Review. JAMA. 2023 Jul 11;330(2):170-181. doi:10.1001/jama.2023.11305. PMID: 37432427
8. Lenders JW, Pacak K, Walther MM, Linehan WM, Mannelli M, Friberg P, Keiser HR, Goldstein DS, Eisenhofer G. Biochemical diagnosis of pheochromocytoma: which test is best? JAMA. 2002 Mar 20;287(11):1427-34. doi: 10.1001/jama.287.11.1427. PMID: 11903030
9. Fassnacht M, Kroiss M, Allolio B. Update in adrenocortical carcinoma. J Clin Endocrinol Metab. 2013 Dec;98(12):4551-64. doi: 10.1210/jc.2013-3020. Epub 2013 Sep 30. PMID: 24081734
10. Fassnacht M, Dekkers OM, Else T, Baudin E, Berruti A, de Krijger R, Haak HR, Mihai R, Assie G, Terzolo M. European Society of Endocrinology Clinical Practice Guidelines on the management of adrenocortical carcinoma in adults, in collaboration with the European Network for the Study of Adrenal Tumors. Eur J Endocrinol. 2018 Oct 1;179(4):G1-G46. doi: 10.1530/EJE-18-0608. PMID: 30299884
11. Martin Fassnacht, Stylianos Tsagarakis, Massimo Terzolo, Antoine Tabarin, Anju Sahdev, John Newell-Price, Iris Pelsma, Ljiljana Marina, Kerstin Lorenz, Irina Bancos, Wiebke Arlt, Olaf M Dekkers, European Society of Endocrinology clinical practice guidelines on the management of adrenal incidentalomas, in collaboration with the European Network for the Study of Adrenal Tumors, European Journal of Endocrinology, Volume 189, Issue 1, July 2023, Pages G1–G42, <https://doi.org/10.1093/ejendo/lvad066>
12. Young WF Jr. Clinical practice. The incidentally discovered adrenal mass. N Engl J Med. 2007 Feb 8;356(6):601-10. doi: 10.1056/NEJMcp065470. PMID: 17287480
13. Recommandations francaises du comité de cancérologie de l'AFU- 2024-2026 - progrès FMC

14. Uludağ M, Aygün N, İşgör A. Surgical Indications and Techniques for Adrenalectomy. *Sisli Etfal Hastan Tip Bul.* 2020 Mar 24;54(1):8-22. doi: 10.14744/SEMB.2019.05578. PMID: 32377128; PMCID: PMC7192258
15. Nomine-Criqui C, Demarquet L, Schweitzer ML, Klein M, Brunaud L, Bihain F. Robotic adrenalectomy: when and how? *Gland Surg.* 2020 Feb;9(Suppl 2):S166-S172. doi: 10.21037/gs.2019.12.11. PMID: 32175258; PMCID: PMC7044087
16. Mirallié E.,Blanchard C.,Frey S.,Caillard C.,Hamy A., Techniques chirurgicales de surrénalectomie, Techniques chirurgicales - Urologie, Volume 36, Issue 4, 2019, Pages 1-6, ISSN 1283-0879, [http://dx.doi.org/10.1016/S1283-0879\(19\)68322-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1283-0879(19)68322-8)
17. Laurent E, Klein C, Najah H. Left lateral trans-peritoneal laparoscopic adrenalectomy. *J Visc Surg.* 2021 Dec;158(6):513-517. doi: 10.1016/j.jvisc Surg.2021.05.002. Epub 2021 May 11. PMID: 33994133
18. Picard F, Khaddad A, Najah H. Right adrenalectomy by laparoscopic lateral transperitoneal approach. *J Visc Surg.* 2022 Apr;159(2):158-161. doi: 10.1016/j.jvisc Surg.2021.07.001. Epub 2021 Sep 10. PMID: 34511396
19. Probst P. A Review of the Role of Robotics in Surgery: To DaVinci and Beyond! *Mo Med.* 2023 Sep-Oct;120(5):389-396. PMID: 37841561; PMCID: PMC10569391
20. C. Nomine-Criqui, S. Moog, L. Bresler, L. Brunaud,Operative technique: Transperitoneal robotic adrenalectomy,*Journal of Visceral Surgery*, Volume 155, Issue 1, 2018, Pages 50-58, ISSN 1878-7886
21. Brunaud L. Robotic versus laparoscopic adrenalectomy: what is the best? *Expert Rev Endocrinol Metab.* 2012 Nov;7(6):625-627. doi: 10.1586/eem.12.54. PMID: 30754132
22. Meir M, Wiegering A, Sperschneider F, Hendricks A, Lock JF, Flemming S, Kelm M, Hahner S, Schlegel N, Germer CT, Reibetanz J. Laparoscopic vs. Robotic transabdominal adrenalectomy- propensity matched analysis and learning curve. *Langenbecks Arch Surg.* 2025 Mar 27;410(1):108. doi: 10.1007/s00423-025-03688-7. PMID: 40146340; PMCID: PMC11950101
23. Collins RA, Wang TS, Dream S, Solórzano CC, Kiernan CM. Adoption of Robotic Adrenalectomy: A Two-Institution Study of Surgeon Learning Curve. *Ann Surg Oncol.* 2023 Jul;30(7):4167-4178. doi: 10.1245/s10434-023-13406-6. Epub 2023 Apr 11. PMID: 37040047
24. Vatansever S, Nordenström E, Raffaelli M, Brunaud L, Makay Ö; EUROCRINE Council. Robot-assisted versus conventional laparoscopic adrenalectomy: Results from the EUROCRINE Surgical Registry. *Surgery.* 2022 May;171(5):1224-1230. doi: 10.1016/j.surg.2021.12.003. Epub 2022 Jan 10. PMID: 35027208
25. Xia Z, Li J, Peng L, Yang X, Xu Y, Li X, Li Y, Zhang Z, Wu J. Comparison of Perioperative Outcomes of Robotic-Assisted vsLaparoscopic Adrenalectomy for Pheochromocytoma: A Meta-Analysis. *Front Oncol.* 2021 Sep 16;11:724287. doi: 10.3389/fonc.2021.724287. PMID: 34604062; PMCID: PMC8481927

26. De Crea C, Arcuri G, Pennestrì F, Paolantonio C, Bellantone R, Raffaelli M. Robotic adrenalectomy: evaluation of cost-effectiveness. *Gland Surg.* 2020 Jun;9(3):831-839. doi: 10.21037/gs.2020.03.44. PMID: 32775276; PMCID: PMC7347830
27. Zhang, S., Chen, C., Mo, C. et al. Robotic-assisted versus laparoscopic adrenalectomy for large adrenal tumors: a systematic review and meta-analysis. *Int Urol Nephrol* (2025). <https://doi.org/10.1007/s11255-025-04442-0>
28. Morelli, L., Tartaglia, D., Bronzoni, J. et al. Robotic assisted versus pure laparoscopic surgery of the adrenal glands: a case-control study comparing surgical techniques. *Langenbecks Arch Surg* 401, 999–1006 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00423-016-1494-0>
29. Agcaoglu O, Aliyev S, Karabulut K, Mitchell J, Siperstein A, Berber E. Robotic versus laparoscopic resection of large adrenal tumors. *Ann Surg Oncol.* 2012 Jul;19(7):2288-94. doi: 10.1245/s10434-012-2296-4. Epub 2012 Mar 7. PMID: 22396002
30. Cheng Y, Zhu Y. Comparison of Perioperative Outcomes Between Laparoscopic and Robot-Assisted Adrenalectomy for Large Pheochromocytoma ($\geq 5\text{cm}$): A Retrospective Study. *Cancer Manag Res.* 2023 Oct 31;15:1207-1216. doi: 10.2147/CMAR.S435791. PMID: 37937145; PMCID: PMC10625893.
31. Lombardi CP, et al. Robotic adrenalectomy for pheochromocytoma: surgical and functional outcomes. *Surg Endosc.* 2020;34(1):234–242
32. Isiktas G, Avci SN, Erten O, Ergun O, Krishnamurthy V, Shin J, Siperstein A, Berber E. Laparoscopic versus robotic adrenalectomy in severely obese patients. *Surg Endosc.* 2023 Feb;37(2):1107-1113. doi: 10.1007/s00464-022-09594-z. Epub 2022 Sep 19. PMID: 36123544
33. Lairmore TC, Folek J, Govednik CM, Snyder SK (2016) Improving minimally invasive adrenalectomy: selection of optimal approach and comparison of outcomes. *World J Surg* 40(7):1625–1631. <https://doi.org/10.1007/s00268-016-3471-8>

II- ARTICLE ORIGINAL

Abbreviation Meaning :

RA :	Robotic-Assisted adrenalectomy
LA :	Laparoscopic Adrenalectomy
OR :	Odds Ratio
CI :	Confidence Interval
LOS :	Length of Stay
BMI :	Body Mass Index
ASA :	American Society of Anesthesiologists (score)
DC :	Dindo-Clavien (classification of surgical complications)
CCI :	Comprehensive Complication Index
CUSUM :	Cumulative Sum (analysis)
SD :	Standard Deviation
TDM :	Tomodensitometry (CT scan)
IRM :	Imagerie par Résonance Magnétique (MRI)
FDG-PET :	Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography
MIBG :	Metaiodobenzylguanidine (scintigraphy)
UH :	Unité Hounsfield (Hounsfield Unit)
BMI :	Body Mass Index
HTA :	Hypertension Arterial
IVC :	Inferior Vena Cava
COPD :	Chronic obstructive pulmonary disease

Introduction:

Adrenalectomy remains the standard treatment to majority of adrenal disorders, with 8008 procedures performed in France between 2013 and 2022, according to the PMSI database. Until the early 1990s, open adrenalectomy was the only available technique for managing adrenal pathologies^{1 2}. It was then progressively replaced by laparoscopic adrenalectomy (LA), first described by Gagner and al. in 1992³. This minimally invasive approach has since become the gold standard⁴, offering greater patient comfort, improved outcomes, and shorter hospital stay. Its advantages have been extensively demonstrated over the years and appear to be enhanced by the advent of the robotic approach^{5 6 7 8}.

Robotic-assisted adrenalectomy (RA) has gained increasing popularity⁹ due to the advantages of the robotic platform including a magnified tridimensional view, greater dexterity and improved ergonomics¹⁰, RA is now considered as a promising alternative to conventional laparoscopy and has been adopted by several centers as the preferred approach for adrenal gland disorders.

Nevertheless, current evidence remains limited, and it is still unclear whether RA provides any significant clinical benefits over LA in the management of adrenal pathologies.

Our study aims to assess the safety and surgical outcomes of RA compared to the gold-standard laparoscopic transperitoneal approach, based on the retrospective analysis of two tertiary academic French centers.

Material and methods:

This is a retrospective observational study conducted in two French academic centers: the University Hospital of Tours and the University Hospital of Orléans. All consecutive patients who underwent adrenalectomy by laparoscopic or robotic approach between January 2013 and December 2023 were included. Patients operated through an open approach were excluded. The choice of the surgical approach (LA or RA) was based on the institution's practice and available equipment. At the University Hospital of Tours, adrenalectomy was performed exclusively via laparoscopy, while the University Hospital of Orléans used a robotic approach.

Surgical indications were consistent across both centers and followed international guidelines. Patients were operated for benign or malignant adrenal lesions¹¹. Diagnosis was based on clinical presentation, biological tests, and radiological imaging using multidetector computed tomography (CT) or magnetic resonance imagery (MRI).

In cases of suspected malignancy or when further characterization of non-functioning adrenal lesions was required, functional imaging was performed, including fluorodeoxyglucose positron emission tomography (FDG-PET), metaiodobenzylguanidine (MIBG) scintigraphy, or nor-iodo-cholesterol scintigraphy.

Preoperative management was adapted to the underlying pathology: patients with Cushing's syndrome received cortisol-lowering therapy, those with pheochromocytoma underwent α -adrenergic blockade, and patients with aldosterone-producing adenomas received spironolactone and potassium supplementation.

All procedures were conducted within high-volume endocrine surgery units, according to standardized protocols. In both centers, procedures were performed by multiple surgeons with differing levels of experience. Some surgeons were in the early stages of their surgical training, while others were experienced operators with great expertise in laparoscopy and endocrine surgery. Only transabdominal approaches were considered in this study.

The following preoperative variables were collected: age, sex, Body Mass Index (BMI), American Society of Anesthesiologists (ASA) score, comorbidities, history of prior abdominal surgery, lesion laterality, tumor size, and indication for surgery, categorized according to pathology final reports. Tumor size was based on final specimen measurements.

Surgical parameters included operative time, anesthesia time, conversion rate, estimated blood loss, capsular breach, intraoperative and postoperative complications, and length of hospital stay. All postoperative complications occurring within 30 days were classified according to the Dindo-Clavien classification and summarized using the Comprehensive Complication Index (CCI) score.

Patients were divided into two groups according to the surgical approach: RA and LA. Perioperative and postoperative outcomes were compared between these two groups.

A subgroup analysis was also conducted to compare perioperative and postoperative outcomes of RA and LA for adrenal lesions larger than 6 cm.

To assess the learning curve of RA, a Cumulative Sum (CUSUM) analysis was performed based on operative time and the CCI. A predefined average operative time and CCI index were used as reference values to calculate the sequential performance of each case. The resulting CUSUM plot was then analyzed to identify inflection points indicating improvement in surgical proficiency over time.

The primary objective of the study was to assess intraoperative and postoperative complications to evaluate the safety and efficacy of RA compared to gold standard laparoscopic approach. The secondary objectives included comparison of operative time, and length of hospital stay between RA and LA, as well as subgroup analysis for lesions larger than 6 cm and assessment of the learning curve of RA through a CUSUM analysis.

Statistical analysis:

All statistical analyses were performed using R software (version 4.3.2).

Comparisons between groups were conducted using mean comparison tests (Student's t-test or Wilcoxon test, depending on the distribution) for continuous variables and the chi-square test for categorical variables. When the validity conditions of the chi-square test were not met, it was replaced by Fisher's exact test.

Univariate logistic regression was used to explore association between explanatory variables and key outcomes including intraoperative complications, postoperative complications and length of hospital stay (LOS). Odds ratios with 95% confidence intervals were reported.

Linearity for each continuous variable was assessed graphically and categorized when appropriate. A two-sided p-value < 0.05 was considered statistically significant.

For Cusum, the formula used was: $CUSUM_n = \sum (x_i - \bar{x})$: x_i is the operative time or CCI of the i th case, and $\bar{x}$ is the mean operative time or the mean CCI across the entire cohort.

Results:

From January 2013 to December 2023, a total of 228 patients were included: 97 patients who underwent RA surgery at the University Hospital of Orleans, and 131 patients underwent LA at the University Hospital of Tours.

Baseline characteristics are summarized in Table 1.

Table 1: Baseline characteristics.

Variable	Surgical approach			p-value
	Population	LA, N = 131	RA, N = 97	
Age, (years)	56.76 ($\pm$ 15.40)	54.48 ($\pm$ 15.56)	59.84 ($\pm$ 14.70)	0.006
Sex, n (%)				0.825
Female	125 (54.82)	71 (54.20)	54 (55.67)	
Male	103 (45.18)	60 (45.80)	43 (44.33)	
BMI, n (%)	27.61 ($\pm$ 6.33)	27.09 ($\pm$ 6.33)	28.33 ($\pm$ 6.30)	0.158
HTA, n (%)	133 (58.59)	82 (63.08)	51 (52.58)	0.112
Diabetes, n (%)	43 (18.94)	21 (16.15)	22 (22.68)	0.214
COPD, n (%)	10 (4.41)	5 (3.85)	5 (5.15)	0.748
AF, n (%)	12 (5.29)	8 (6.15)	4 (4.12)	0.499
ASA, n (%)				<0.001
1/2	105 (58.01)	76 (83.52)	29 (30.22)	
3/4	76 (41.99)	15 (16.48)	61 (67.78)	
Prior abdominal surgery, n (%)	124 (54.63)	60 (46.15)	64 (65.98)	0.003
Tumor size, (millimeters)	37 ($\pm$ 19)	34 ($\pm$ 19)	40 ($\pm$ 18)	0.009
Tumor laterality, n (%)				0.834
Right	91 (40.99)	52 (41.60)	39 (40.21)	
Left	131 (59.01)	73 (58.40)	58 (59.79)	
Indication for surgery, n (%)				0.021
Pheochromocytoma	62 (27.68)	38 (29.69)	24 (25.00)	
Cortisol secreting adenoma	49 (21.88)	20 (15.63)	29 (30.21)	
Aldosterone producing adenoma	22 (9.82)	16 (12.50)	6 (6.25)	
Non functional adenoma	20 (8.93)	15 (11.72)	5 (5.21)	
Primary adrenal hyperplasia	18 (8.04)	8 (6.25)	10 (10.42)	
Metastasis	37 (16.52)	21 (16.41)	16 (16.67)	
Carcinoma	6 (2.68)	5 (3.91)	1 (1.04)	
Cyst	3 (1.34)	3 (2.34)	0 (0.00)	
Other	7 (3.13)	2 (1.56)	5 (5.21)	
Surgery period, n (%)				<0.001
2013 - 2017	85 (37.28)	64 (48.85)	21 (21.65)	
2018 - 2023	143 (62.72)	67 (51.15)	76 (78.35)	

Normality test

Variable	Shapiro
Age	<0.001
BMI	<0.001
Tumor size	<0.001

The two groups were comparable in terms of sex distribution (male: 45.8 % for LA vs. 44.3% for RA, $p = 0.825$) and BMI (27.1 ± 6.3 kg/m² vs. 28.3 ± 6.3 kg/m², $p = 0.158$).

However, patients in the RA group were significantly older (54.5 ± 15.6 in LA group and 59.8 ± 14.7 in RA group, $p = 0.006$).

Regarding comorbidities, hypertension was the most frequent (58.6% overall), with no significant difference between groups ($p=0.112$). The prevalence of diabetes, COPD, and atrial fibrillation was also similar. Patients in the RA group had a significant higher ASA score with 67,8% classified ASA 3/4 compared to 16,5 % in the LA group ($p < 0,001$)

Prior abdominal surgeries were more frequent in the RA group (65,9% vs. 46,1 %, $p = 0.003$).

Tumor size was significantly larger in the RA group ($p = 0,009$) with a mean size of 4 cm in the RA group and 3.4 cm in LA group. No difference was observed in tumor laterality ($p = 0,834$).

In Table 1, indication for surgery identified significant differences ($p = 0,021$) for the following types of adrenal pathologies, respectively:

- Cortisol producing adenoma (30,21% in RA group compared to LA: 15,63%),
- Pheochromocytoma (RA: 25% vs LA: 29,69%),
- Nonfunctional adenoma (RA: 5,21% vs LA: 11,72%),
- Metastasis (RA: 16,67% vs LA: 16,41%),
- Primary adrenal hyperplasia (RA: 10,42%, LA 6,25%),
- Aldosterone producing adenoma (RA: 6,25% compared to LA: 12,5%),
- Adrenocortical carcinoma (RA: 1,04% vs LA: 3,91%),
- Other types included pseudocysts, cysts, hematomas, ganglioneuromas, and lymphogliomas.

Table 2: Intraoperative and postoperative outcomes.

Variable	Surgical approach			p-value
	Population	LA, N = 131	RA, N = 97	
Operative time (minutes)	89.60 (± 39.02)	91.20 (± 41.64)	87.25 (± 34.98)	0.565
Anesthesia time (minutes)	146.25 (± 51.54)	148.41 (± 58.09)	143.13 (± 40.45)	0.808
Intraoperative incident, n (%)	17 (7.46)	11 (8.40)	6 (6.19)	0.123
Anesthetic	6 (2.63)	6 (4.58)	0 (0.00)	0.040
Hepatic injury	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	>0.999
Small bowel injury	1 (0.44)	0 (0.00)	1 (1.03)	0.425
Splenic injury	7 (3.07)	4 (3.05)	3 (3.09)	>0.999
Venous injury	2 (0.88)	1 (0.76)	1 (1.03)	>0.999
Hemorrhage	1 (0.44)	0 (0.00)	1 (1.03)	0.425
Blood loss (milliliters)	82 (± 126)	73 (± 76)	92 (± 172)	0.621
Conversion, n (%)	3 (1.32)	1 (0.76)	2 (2.06)	0.576
Exposure	2 (66.67)	1 (100.00)	1 (50.00)	
Suspicion of malignancy	1 (33.33)	0 (0.00)	1 (50.00)	
Capsular breach, n (%)	9 (3.95)	7 (5.34)	2 (2.06)	0.308
Drainage, n (%)	53 (23.25)	29 (22.14)	24 (24.74)	0.645
Transfusion, n (%)	2 (0.88)	0 (0.00)	2 (2.06)	0.180
DC1-DC5, n (%)	41 (17.98)	23 (17.56)	18 (18.56)	0.846
DC3-DC5, n (%)	4 (1.75)	2 (1.53)	2 (2.06)	>0.999
DC1, n (%)	14 (6.14)	11 (8.40)	3 (3.09)	0.099
DC2, n (%)	23 (10.09)	10 (7.63)	13 (13.40)	0.153
DC3, n (%)	2 (0.88)	0 (0.00)	2 (2.06)	0.180
DC4, n (%)	2 (0.88)	2 (1.53)	0 (0.00)	0.509
DC5, n (%)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	>0.999
CCI				0.548
Mean (± SD)	3.18 (± 8.13)	2.84 (± 7.89)	3.64 (± 8.46)	
Median (IQR)	0.00 (0.00 ; 0.00)	0.00 (0.00 ; 0.00)	0.00 (0.00 ; 0.00)	
Hospital stay (days)	3.43 (± 2.00)	3.66 (± 2.04)	3.12 (± 1.89)	0.004

Normality test

Variable	Shapiro
Operative time	<0.001
Anesthesia time	<0.001
Blood loss	<0.001
Hospital stay	<0.001
CCI	<0.001

The mean operative time was $87,25 \pm 34,98$ minutes in the robotic group and $91,20 \pm 41,64$ minutes in the laparoscopic group ($p = 0.565$) (Table 2). Intraoperative incidents occurred in 17 patients (7.46%) in the overall population, and did not differ between the two groups (LA: 8.40% vs. RA: 6.19%, $p = 0.123$). However, anesthetic intraoperative incidents with hyper et hypotension were significantly more frequent in the LA group (4.58%) and none occurred in the robotic group ($p = 0.040$).

Capsular breach was observed in 9 patients (3.95%) in the overall population with no significant difference between the two groups ($p=0.308$). Similarly, there was no significant difference in estimated blood loss ($p = 0.621$), and conversion rate to open ($p = 0.576$).

Postoperative complications classified according to the Dindo-Clavien classification and presented in Table 2 occurred with 41 patients (17.98%), 17.56% in the LA group and 18.56% in the RA group ($p = 0.846$). The mean CCI was 3.18 ± 8.13 , with no statistically significant difference between the two groups ($p = 0.548$). Severe complications (DC3–DC5) occurred in 4 patients (1.75%) in the entire cohort. DC3 events were observed in 2 patients (0.88%), in the RA group, both requiring percutaneous drainage of intra-abdominal collections. One case was due to renal ischemia, the other was associated with a pancreatic fistula. DC4 occurred in 2 patients, in LA group (0.88%). One developed septic shock secondary to a pancreatic fistula, and the other experienced acute pulmonary edema. No deaths were observed in either group (Table 2). Length of hospital stay was significantly shorter in the RA group (3.12 ± 1.89 days) compared to the LA group (3.66 ± 2.04 days), $p = 0.004$.

Figures 1, 2 and 3 summarize the results of logistic regression analyses performed to identify potential risk factors associated with overall intraoperative incidents, global postoperative complications (DC1–DC5), and prolonged hospital stay, respectively. Univariate analysis identified variables associated with an increased risk of intraoperative complications: longer operative time (OR = 1.01; 95% CI: 1–1.2; $p = 0.015$) and longer anesthesia duration (OR = 1.01; 95% CI: 1–1.2; $p = 0.031$). The surgical approach (RA or LA) (OR = 0.72; 95% CI: 0.24–1.96; $p = 0.53$) was not significantly associated with intraoperative complications. Left-sided tumors were independently associated with an increase of intraoperative complications on multivariate analysis (OR = 0.18; 95% CI: 0.02; 0.82; $p = 0.050$) (Figure 4). As shown in Figure 2, there was no variable significantly associated with postoperative complications. As a result, multivariate logistic regression was not conducted. Regarding LOS, in Figure 3, univariate analysis identified operative time, absence of intraoperative incidents, robotic approach, late surgical period (2018–2023) and no drainage was significantly associated with shorter stay. Multivariate analysis, in Figure 5, demonstrated that RA was independently associated with a shorter LOS (OR = 0.47; 95% CI: 0.26–0.83; $p = 0.011$), while increased age (OR = 1.02; 95% CI: 1–1.04; $p = 0.047$) and the occurrence of intraoperative complications (OR = 3.12; 95% CI: 1.11–9.61; $p = 0.035$) were independently associated with longer stays.

Figure 1 - Univariate analysis of overall intraoperative complications.

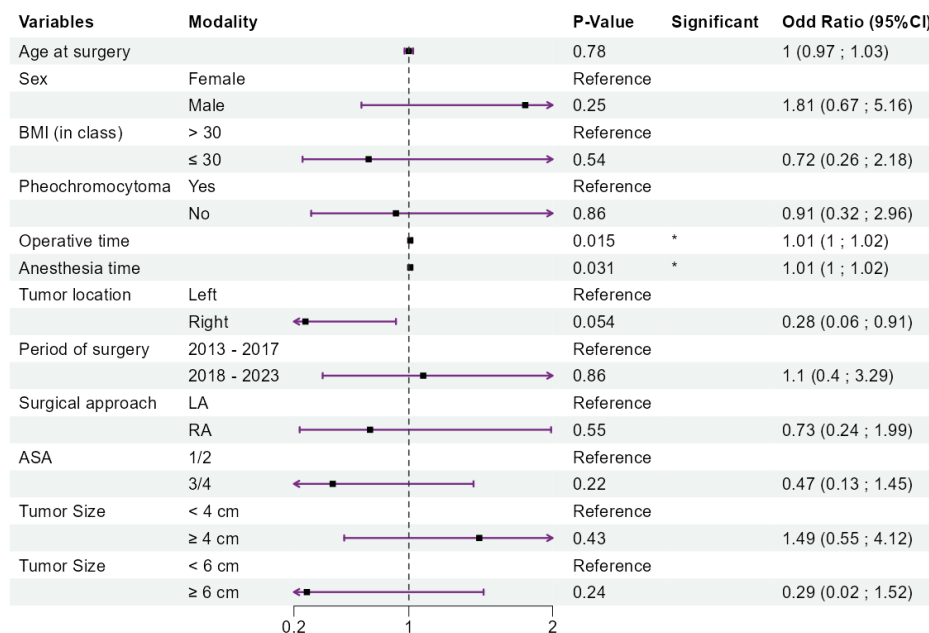


Figure 2 - Univariate analysis of postoperative complications (DC1-DC5).

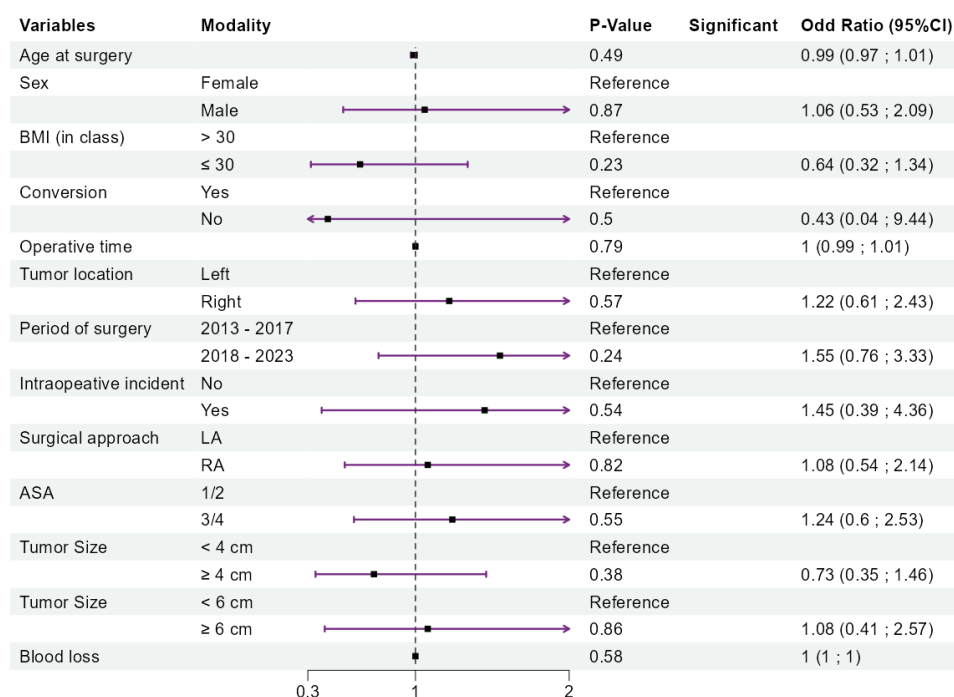


Figure 3 - Univariate analysis of the length of stay (LOS), in days.

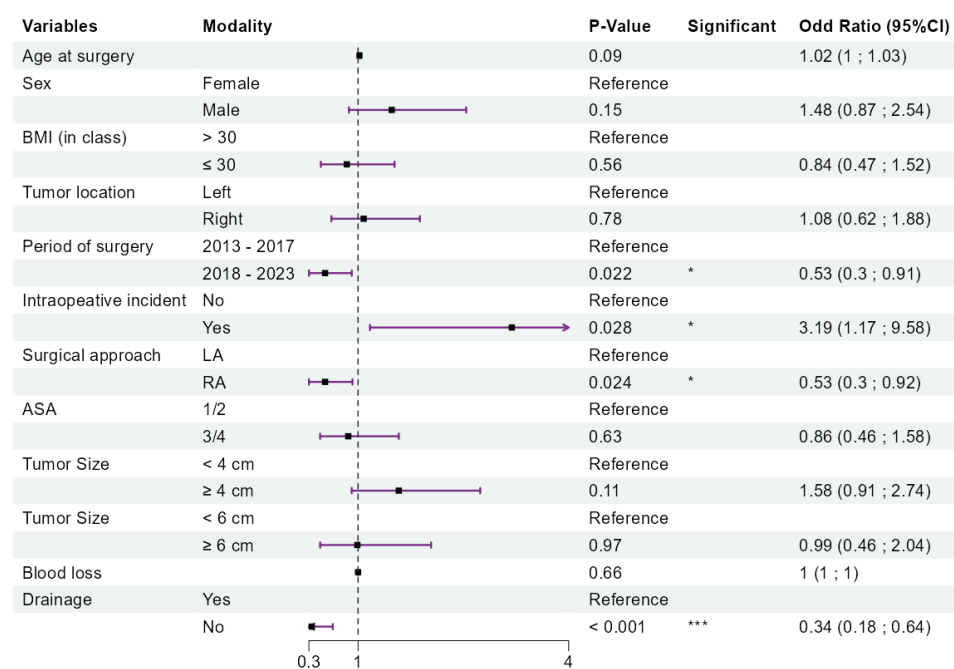


Figure 4 – Multivariate analysis of overall intraoperative complications.

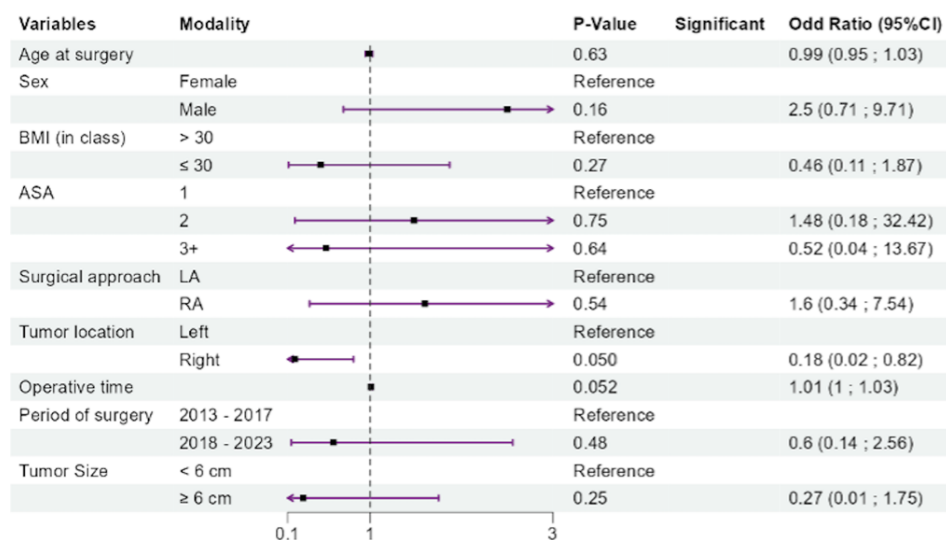
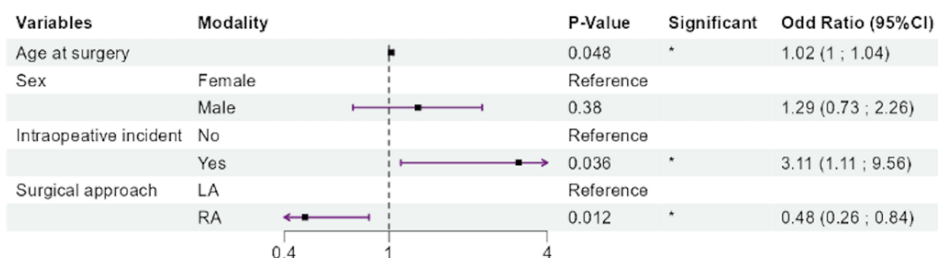


Figure 5 – Multivariate analysis of the length of stay (LOS), in days.



Subgroup analyses:

The subgroup analysis comparing RA and LA in patients with adrenal tumors ≥ 6 cm is summarized in Table 3. Both groups were comparable in terms of baseline characteristics and surgical indications. Postoperative complications were significantly more frequent in the LA group (35.3%) compared to the RA group (5.3%), $p = 0.037$. No major complications (Dindo-Clavien ≥ 3) were reported in either group.

Table 3: Comparison of perioperative outcomes in patients with adrenal lesions ≥ 6 cm between robotic-assisted and laparoscopic adrenalectomy.

Variable	Surgical approach			p-value
	Population	LA, N = 17	RA, N = 19	
Age at surgery (years)	57.62 ($\pm$ 14.48)	52.26 ($\pm$ 13.23)	62.42 ($\pm$ 14.15)	0.034
Sex, n (%)				0.158
Female	21 (58.33)	12 (70.59)	9 (47.37)	
Male	15 (41.67)	5 (29.41)	10 (52.63)	
BMI, (kg/m ²)	28.39 ($\pm$ 8.10)	27.82 ($\pm$ 9.02)	28.92 ($\pm$ 7.35)	0.575
Prior abdominal history, n (%)	21 (58.33)	10 (58.82)	11 (57.89)	0.955
Tumor size, (millimeters)	67 ($\pm$ 9)	69 ($\pm$ 11)	66 ($\pm$ 7)	0.590
Tumor location, n (%)				0.458
Left	22 (62.86)	9 (56.25)	13 (68.42)	
Right	13 (37.14)	7 (43.75)	6 (31.58)	
Histopathology, n (%)				0.640
Pheochromocytoma	9 (25.00)	4 (23.53)	5 (26.32)	
Cortisol producing adenoma	4 (11.11)	2 (11.76)	2 (10.53)	
Aldosterone producing adenoma	1 (2.78)	0 (0.00)	1 (5.26)	
Non functional adenoma	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
Primary adrenal hyperplasia	6 (16.67)	4 (23.53)	2 (10.53)	
Métastasis	9 (25.00)	4 (23.53)	5 (26.32)	
Carcinoma	3 (8.33)	2 (11.76)	1 (5.26)	
Cyst	1 (2.78)	1 (5.88)	0 (0.00)	
Other	3 (8.33)	0 (0.00)	3 (15.79)	
Period of surgery, n (%)				0.102
2013 - 2017	14 (38.89)	9 (52.94)	5 (26.32)	
2018 - 2023	22 (61.11)	8 (47.06)	14 (73.68)	
ASA, n (%)				<0.001
1/2	14 (45.17)	12 (85.71)	2 (11.76)	
3/4	17 (54.84)	2 (14.29)	15 (88.24)	
Operative time, (minutes)	90.97 ($\pm$ 33.60)	85.33 ($\pm$ 21.00)	96.25 ($\pm$ 42.25)	0.368
Intraoperative incident, n (%)	1 (2.78)	1 (5.88)	0 (0.00)	0.458
Anesthetic	1 (2.78)	1 (5.88)	0 (0.00)	0.472
Hepatic injury	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	>0.999
Small bowel injury	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	>0.999
Splenic injury	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	>0.999
Venous injury	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	>0.999
Hemorrhage	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	>0.999
Blood loss, (milliliters)	67 ($\pm$ 67)	53 ($\pm$ 12)	79 ($\pm$ 90)	0.597
Conversion, n (%)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	>0.999
Capsular breach, n (%)	1 (2.78)	1 (5.88)	0 (0.00)	0.472
Drainage, n (%)	10 (27.78)	5 (29.41)	5 (26.32)	>0.999
Transfusion, n (%)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	>0.999
DC1-DC5, n (%)	7 (19.44)	6 (35.29)	1 (5.26)	0.0374
DC3-DC5, n (%)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	>0.999
DC1, n (%)	4 (11.11)	4 (23.53)	0 (0.00)	0.040
DC2, n (%)	3 (8.33)	2 (11.76)	1 (5.26)	0.593
DC3, n (%)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	>0.999
DC4, n (%)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	>0.999
DC5, n (%)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	>0.999
CCI	3.06 ($\pm$ 8.55)	5.26 ($\pm$ 11.16)	1.10 ($\pm$ 4.79)	0.067
Hospital stay, (days)	3.61 ($\pm$ 1.92)	3.71 ($\pm$ 1.40)	3.53 ($\pm$ 2.32)	0.328

CUSUM analyses:

Figure 6 - CUSUM for CCI, Robotic group (Orléans), $p=1,000$

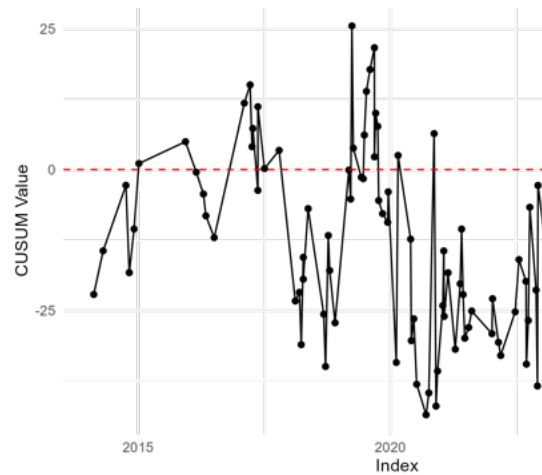
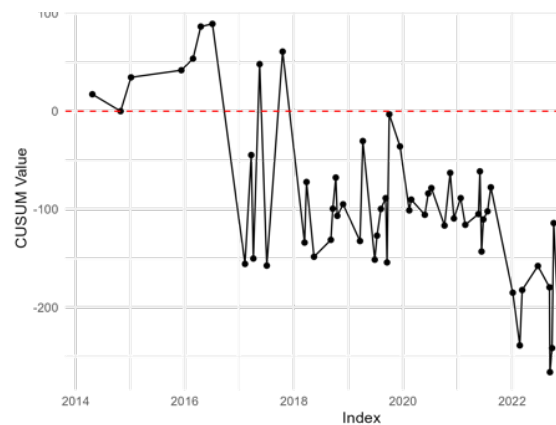


Figure 7 - CUSUM for operative time, Robotic group (Orléans), $p=0,970$



The CUSUM diagrams for CCI and operative times are presented in Figures 4 and 5.

There was a nonsignificant trend for a learning curve on CCI ($p = 1,000$) and operative time ($p = 0,970$).

CUSUM analyses showed a progressive decrease in operative time and complication severity. A turning point was observed after 20–25 cases for operative time, and a similar downward trend in CCI indicated improved outcomes with experience.

Discussion:

RA has emerged as a safe and effective alternative to conventional LA in the management of adrenal tumors^{12 13}. Our bicentric French study, one of the largest to date, confirms that RA yields perioperative outcomes at least equivalent to LA, with potential advantages in selected high-risk or technically demanding cases.

The demographic characteristics of our cohort, notably the predominance of young woman and the distribution of adrenal pathologies, align with known epidemiological data^{14 15}.

While both groups were largely comparable, RA patients had larger tumors, older patients with higher ASA scores and more frequent prior abdominal surgeries, reflecting more complex cases in the RA group. Despite this fact, perioperative outcomes remained similar, supporting the feasibility of RA in higher-risk population.

The mean CCI was 3.18 ($\pm$ 8.13) with a median of 0.00 in both groups, confirming the safety of minimally invasive adrenalectomy. There was no postoperative mortality in our cohort, in line with previous large-scale studies reporting mortality rates below 2%¹⁶.

Intraoperative incidents occurred at comparable rates between groups, in 7.1% of the total cohort (LA: 8,40% vs. RA: 6,19%, $p = 0,123$), reflecting a high level of safety for both techniques when performed in expert, high-volume centers. These results are similar to previously published data reporting intraoperative complication rates commonly inferior to 10%¹⁷ in LA and RA, depending on tumor complexity and surgical expertise¹⁸. However, anesthetic incidents (notably hemodynamic instability) were more frequent in the LA group, particularly in cases of pheochromocytoma, suggesting potential benefit of RA in controlling catecholamine surges. Although not statistically significant, the lower rate of capsular breach in RA group (2.1% vs 5.3%), may indicate improved surgical precision.

Although operative time did not differ significantly between RA and LA, patients in the RA group presented larger tumors and more extensive history of prior abdominal surgery, which typically contribute to increased procedural complexity. The robotic approach includes a docking phase that may extend operative time, particularly in early cases by up to 15 to 60 minutes¹⁹. Nevertheless, overall duration remained comparable between groups, suggesting improved operative efficiency and workflow with RA. This may reflect a shorter surgical time, despite the added technical steps inherent to robotic surgery.

RA was associated with shorter LOS, even after multivariate adjustment. While this may partly reflect enhanced postoperative pathways or institutional practices, it likely also reflects reduced surgical trauma, faster recovery, and earlier discharge following RA²⁰. It must be underlined that most surgeons in this study in both centers, were educated with the same surgical approach, which likely contributed to a standardization of perioperative management and outcomes, including decisions regarding discharge timing.

Left-sided adrenal tumors are independently associated with a higher risk of intraoperative complications compared to right-sided tumors. This may reflect the greater technical complexity of left-sided dissection due to the proximity of the spleen, pancreas, and splenic vessels. This trend aligns with previous reports²⁰, challenging the common belief that right-sided adrenalectomy is more difficult^{21 22}.

Subgroup analysis underscored the potential benefits of the robotic approach in large adrenal lesions. Minimally invasive adrenalectomy for tumors ≥ 6 cm remains controversial and is often considered a contraindication due to the increased risk of malignancy and technical difficulties.

Open adrenalectomy is usually recommended for large lesions given the potential risk of adrenocortical carcinoma and metastasis. However, some large tumors are benign and can be safely approached laparoscopically and robotically, provided specific precautions are taken²³. These include reassuring radiological features on CT scan and a negative FDG-PET. In our cohort, minimally invasive adrenalectomy was performed for selected tumors ≥ 6 cm in 36 patients (17 LA and 19 RA). Although rare, adrenocortical carcinoma was present in this subgroup, highlighting the need for careful preoperative assessment. Notably, a substantial proportion of patients (25%) had adrenal metastases, which may not be ideal candidates for minimally invasive resection given the oncological uncertainties. Despite these considerations, our findings suggest that when appropriate patient selection is applied, RA may offer clinical advantages in the management of large adrenal tumors. Compared to LA, RA was associated with a significantly lower postoperative morbidity rate (RA: 5.3% vs LA: 29.4%, $p = 0.037$) and a shorter LOS. This difference was due to minor complications DC1, suggesting a better immediate postoperative comfort following robotic adrenalectomy. These results support a potential benefit of the RA in managing technically demanding large lesions, especially in experienced centers.

The CUSUM curves confirmed a learning effect for robotic adrenalectomy, with significant improvements in operative efficiency and postoperative outcomes after 20–25 cases. These findings suggest a short, achievable learning curve in experienced centers, reinforcing previous publications, showing a clear improvement after 20 RA²⁵.

Several limitations must be acknowledged. First, this is a retrospective study conducted in two high-volume tertiary centers, which may limit generalizability of our findings to smaller, or non-academic Hospitals. Second, the temporal imbalance between groups due to a higher number of recent robot-assisted procedures introduces potential bias. Third, cost-effectiveness was not assessed. Current literature presents mixed findings, with studies reporting higher costs offset by improved outcomes and selected cases²⁷ and others do not find clear economic advantage²⁸.

While robotic surgery is associated with improved precision, ergonomics and potentially fewer complications, it entails higher initial costs related to the system acquisition and maintenance (and disposable instruments)²⁹. However, studies progressively tend to show that these costs may be offset by better perioperative outcomes in selected patients, such as those with large tumors, pheochromocytomas or obesity, when procedures are performed in high-volume centers, where the economic impact of robotic platform can be minimized³⁰.

In conclusion, RA appears to be a safe and effective alternative to conventional LA, particularly in technically demanding situations such as large adrenal tumors³¹. Our CUSUM analysis demonstrated a relatively short learning curve, supporting the safe implementation of RA even in early surgical experience.

While current evidence does not establish a clear superiority of RA in terms of overall morbidity or mortality, it may offer specific advantages in selected complex cases, particularly especially in high-volume centers.

These findings support the growing role of RA in adrenal surgery and highlight the need for prospective, multicenter studies to confirm its clinical and economic benefits.

ANNEXES

Dindo-Clavien classification is a validated system that categorizes post operative complications based on the most severe event:

Grade	Definition
I	Any deviation from the normal postoperative course without the need for pharmacological treatment or surgical, endoscopic, or radiological interventions.
	*Allowed therapeutic regimens: antiemetics, antipyretics, analgesics, diuretics, electrolytes and physiotherapy. This grade also includes wound infections opened at the bedside.
II	Requiring pharmacological treatment with drugs other than such allowed for grade I complications.
	*Blood transfusions and total parenteral nutrition are also included.
III	Requiring surgical, endoscopic, or radiological intervention.
IIIa	Intervention not under general anaesthesia.
IIIb	Intervention under general anaesthesia.
IV	Life-threatening complication requiring intermediate care/intensive care unit management.
	*Includes central nervous system complications.
IVa	Single-organ dysfunction.
	*Includes dialysis.
IVb	Multiple-organ dysfunction.
V	Death of the patient.

Figure 1 - Dindo-Clavien Classification

- Grade I: Any deviation from the normal postoperative course not requiring pharmacologic treatment or surgical, endoscopic, or radiologic interventions.
- Grade II: Requiring pharmacologic treatment.
- Grade III: Requiring surgical, endoscopic, or radiologic intervention.
- Grade IV: Life-threatening complication requiring ICU management.
- Grade V: Death.

Comprehensive Complication Index (CCI) is a severity index according to the Clavien-Dindo classification, into a single continuous score ranging from 0 (no complication) to 100 (death). Unlike the Clavien-Dindo system, which only reports the most severe complication per patient, the CCI integrates all complications, offering a more sensitive and nuanced assessment of surgical morbidity.

Bibliography:

1. Mihai R. Open adrenalectomy. *Gland Surg.* 2019;8(Suppl 1):S28-S35. doi:10.21037/gs.2019.05.10
2. Taffurelli G, Ricci C, Casadei R, Selva S, Minni F. Open adrenalectomy in the era of laparoscopic surgery: a review. *Updat Surg.* 2017;69(2):135-143. doi:10.1007/s13304-017-0440-1
3. Laparoscopic Adrenalectomy in Cushing's Syndrome and Pheochromocytoma. *N Engl J Med.* 1992;327(14):1033-1033. doi:10.1056/NEJM199210013271417
4. Coste T, Caiazzo R, Torres F, et al. Laparoscopic adrenalectomy by transabdominal lateral approach: 20 years of experience. *Surg Endosc.* 2017;31(7):2743-2751. doi:10.1007/s00464-016-4830-0
5. Piccoli M, Pecchini F, Serra F, et al. Robotic Versus Laparoscopic Adrenalectomy: Pluriannual Experience in a High-Volume Center Evaluating Indications and Results. *J Laparoendosc Adv Surg Tech.* 2021;31(4):375-381. doi:10.1089/lap.2020.0839
6. Economopoulos KP, Mylonas KS, Stamou AA, et al. Laparoscopic versus robotic adrenalectomy: A comprehensive meta-analysis. *Int J Surg.* 2017;38:95-104. doi:10.1016/j.ijssu.2016.12.118
7. Perivoliotis K, Baloyiannis I, Sarakatsianou C, Tzovaras G. Comparing the efficacy and safety of laparoscopic and robotic adrenalectomy: a meta-analysis and trial sequential analysis. *Langenbecks Arch Surg.* 2020;405(2):125-135. doi:10.1007/s00423-020-01860-9
8. Gan L, Peng L, Li J, et al. Comparison of the effectiveness and safety of robotic-assisted and laparoscopic in adrenalectomy: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg.* 2022;105:106853. doi:10.1016/j.ijssu.2022.106853
9. Ruhle BC, Ferguson Bryan A, Grogan RH. Robot-Assisted Endocrine Surgery: Indications and Drawbacks. *J Laparoendosc Adv Surg Tech.* 2019;29(2):129-135. doi:10.1089/lap.2018.0308
10. Agrusa A, Romano G, Navarra G, et al. Innovation in endocrine surgery: robotic versus laparoscopic adrenalectomy. Meta-analysis and systematic literature review. *Oncotarget.* 2017;8(60):102392-102400. doi:10.18632/oncotarget.22059
11. Bissada NK. Surgical diseases of the adrenal gland. *Am Fam Physician.* 1977;15(6):130-135.
12. Sforza S, Minervini A, Tellini R, et al. Perioperative outcomes of robotic and laparoscopic adrenalectomy: a large international multicenter experience. *Surg Endosc.* 2021;35(4):1801-1807. doi:10.1007/s00464-020-07578-5
13. Kim K, Park D, Oh MY, Chai YJ, Kim HY. Safety and surgical outcomes of robotic adrenalectomy from a 15-year experience at a single institution. *Sci Rep.* 2024;14(1):12174. doi:10.1038/s41598-024-63105-9

14. Vatansever S, Nordenström E, Raffaelli M, et al. Robot-assisted versus conventional laparoscopic adrenalectomy: Results from the EUROCRINE Surgical Registry. *Surgery*. 2022;171(5):1224-1230. doi:10.1016/j.surg.2021.12.003
15. Overview of the 2022 WHO Classification of Adrenal Cortical Tumors - PMC. Accessed May 14, 2025. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8920443/>
16. Esposito G, Mullineris B, Colli G, Curia S, Piccoli M. Robotic Versus Laparoscopic Adrenalectomy for Adrenal Tumors: An Up-to-Date Meta-Analysis on Perioperative Outcomes. *Cancers*. 2025;17(1):150. doi:10.3390/cancers17010150
17. Risk factors for intraoperative complications, postoperative complications, and prolonged length of stay after laparoscopic adrenalectomy by transperitoneal lateral approach: a retrospective cohort study of 547 procedures. doi:<https://doi-org.proxy.scd.univ-tours.fr/10.1007/s00464-023-10148-0>
18. Materazzi G, Rossi L. Robot-assisted adrenalectomy: state of the art. *Updat Surg*. 2021;73(3):1131-1146. doi:10.1007/s13304-020-00915-2
19. Nomine-Criqui C, Demarquet L, Schweitzer ML, Klein M, Brunaud L, Bihain F. Robotic adrenalectomy: when and how? *Gland Surg*. 2020 Feb;9(Suppl 2):S166-S172. doi: 10.21037/gs.2019.12.11. PMID: 32175258; PMCID: PMC7044087.
20. Gaujoux S, Bonnet S, Leconte M, Zohar S, Bertherat J, Bertagna X, Dousset B. Risk factors for conversion and complications after unilateral laparoscopic adrenalectomy. *Br J Surg*. 2011 Oct;98(10):1392-9. doi: 10.1002/bjs.7558. Epub 2011 May 25. PMID: 21618212.
21. Gunseren KO, Cicek MC, Vuruskan H, Kordan Y, Yavascaoglu I. Challenging risk factors for right and left laparoscopic adrenalectomy: A single centre experience with 272 cases. *Int Braz J Urol Off J Braz Soc Urol*. 2019;45(4):747-753. doi:10.1590/S1677-5538.IBJU.2019.0131
22. Aminsharifi A, Mohammadian R, Niroomand R, Afsar F. Optimizing the technique of right laparoscopic adrenalectomy with a modified trocar arrangement and dynamic liver retraction: A comparative study with standard technique. *Int J Surg*. 2013;11(6):463-466. doi:10.1016/j.ijssu.2013.04.007
23. Nomine-Criqui C, Germain A, Ayav A, Bresler L, Brunaud L. Robot-assisted adrenalectomy: indications and drawbacks. *Updates Surg*. 2017 Jun;69(2):127-133. doi: 10.1007/s13304-017-0448-6. Epub 2017 May 12. PMID: 28497219.
24. Agrusa A, Romano G, Frazzetta G, et al. Laparoscopic adrenalectomy for large adrenal masses: Single team experience. *Int J Surg*. 2014;12:S72-S74. doi:10.1016/j.ijssu.2014.05.050
25. Brunaud L, Bresler L, Ayav A, Zarnegar R, Raphoz AL, Levan T, Weryha G, Boissel P. Robotic-assisted adrenalectomy: what advantages compared to lateral transperitoneal laparoscopic adrenalectomy? *Am J Surg*. 2008 Apr;195(4):433-8. doi: 10.1016/j.amjsurg.2007.04.016. PMID: 18304514.



Haythem NAJAH



Nicolas Michot

Vu, le Directeur de Thèse

**Vu, le Doyen
De la Faculté de Médecine de Tours
Tours, le**

GRUNBERG Noa

57 pages – 3 tableaux – 28 figures – 8 schémas - 2 annexes

Résumé :

Introduction : La surrénalectomie robot-assistée (SRA) a émergé comme une alternative à la surrénalectomie cœlioscopique (SC), mais ses bénéfices réels restent débattus. Cette étude compare leurs résultats périopératoires et analyse la courbe d'apprentissage de la SRA.

Matériel et méthodes : Nous avons conduit une étude rétrospective bicentrique incluant 228 patients opérés entre 2013 et 2023 : 131 par SC (CHU de Tours) et 97 par SRA (CHU d'Orléans). Les données démographiques, les indications chirurgicales, les paramètres périopératoires et les complications per- et postopératoires ont été comparées (Dindo-Clavien, et CCI). Les critères secondaires comprenaient la durée opératoire et la durée d'hospitalisation. Une analyse en sous-groupe a été réalisée pour les tumeurs ≥ 6 cm. La courbe d'apprentissage de la SRA a été évaluée par CUSUM.

Résultats : Les patients SRA présentaient des scores ASA plus élevés ($p < 0,001$), plus d'antécédents de chirurgie abdominale ($p = 0,003$) et des tumeurs plus volumineuses ($p = 0,009$). Les taux de complications (Dindo-Clavien 1–5) étaient similaires (SRA : 18,6 % vs SC : 17,6 %, $p = 0,846$), avec peu de complications sévères. Il n'y avait pas de différence significative concernant la durée opératoire, les pertes sanguines ou le taux de conversion. La SRA était associée de manière indépendante à une réduction de la durée d'hospitalisation (OR = 0,48 ; IC 95 % : 0,26–0,84 ; $p = 0,012$). Pour les tumeurs ≥ 6 cm, la SRA présentait un taux de complications postopératoires significativement plus faible (5,3 % vs 35,3 % ; $p = 0,037$). Le CUSUM indiquait une amélioration après 25 cas.

Conclusion : La SRA est une alternative sûre et efficace à la SC, avec des avantages potentiels chez des patients sélectionnés, notamment en cas de tumeurs volumineuses. Sa courbe d'apprentissage relativement courte de la SRA soutient son intégration dans les prises en charges.

Mots clés : Surrénalectomie, Chirurgie robotique, Cœlioscopie, Chirurgie endocrinienne, complications périopératoires, Dindo-Clavien

Jury :

Président du Jury : Professeur Ephrem SALAME

Directeur de thèse : Docteur Nicolas MICHOT et Docteur Haythem NAJAH

Membres du Jury : Professeur Mehdi OUAISSI
Docteur Olivier SAINT-MARC

Date de soutenance : 27 juin 2025.