Année 2022/2023 N°

# Thèse

Pour le

## DOCTORAT EN MEDECINE

Diplôme d'État

par


## Fabien ROGIER

Né le 06/09/1993 à Béziers (34)


---

**TITRE**

**COMPARAISON DE L'APPROCHE LAPAROSCOPIQUE ET ROBOTIQUE POUR LA CHIRURGIE DU CANCER DU RECTUM : RESULTATS A COURT ET A LONG TERME. ÉTUDE RETROSPECTIVE ENTRE DEUX CENTRES DE REFERENCE EN LAPAROSCOPIE ET EN ROBOTIQUE.**

---

Présentée et soutenue publiquement le **24 octobre 2023** devant un jury composé de :

Président du Jury : Professeur Éphrem SALAMÉ, Chirurgie viscérale et digestive, Faculté de Médecine - Tours

Membres du Jury :
Professeur Guillaume MEURETTE, Chirurgie viscérale et digestive, Faculté de Médecine - Genève
Docteur David DUSSART, Chirurgie viscérale et digestive, PH, CHU - Orléans
Docteur Alice ARTUS, Chirurgie viscérale et digestive, PH, CHU - Tours

***Directeur de thèse : Professeur Mehdi OUAISSI, Chirurgie viscérale et digestive, Faculté de Médecine - Tours***

## RESUME

**Introduction :** l'apport de l'approche Robotique (R) pour proctectomie faciliterait la dissection pelvienne complexe comparativement à l'approche laparoscopique (L). Le but de cette étude était de comparer les résultats oncologiques, la morbidité et les résultats fonctionnels à court et à long terme des 2 approches.

**Méthode :** Entre 2015 et 2021, tous les cancers du rectum opérés par (L) ou par (R) ont été colligés de façon rétrospective dans deux centres de chirurgie mini-invasive.

**Résultats :** 197 patients ont été inclus, 70% dans le groupe (L) et 30% dans le groupe (R). La localisation et le stade tumoral étaient identiques entre les deux groupes (NS). Les tumeurs rectales étaient principalement de type T3 (65 %), 3/4 du bas ou moyen rectum. La mortalité globale post opératoire à 30 jour était de 0,5%, sans différence entre les groupes (NS). La morbidité globale post opératoire étaient identiques entre les deux groupes ((L)60% vs (R)57% ; NS)), la morbidité sévère était similaire ((L)14% vs (R)17% ; NS). Le nombre de ré-intervention chirurgicale précoce dans les 30 premiers jours était similaire ((L)10% vs (R)3% ; NS). Le taux de TME complète était similaire ((L)88% vs (R)94% ; NS)). Le taux de R1 circonférentiel était significativement supérieur dans le groupe ((L)13% vs (R)2% ; p=0.009). Le taux de récidive à 3 ans n'était pas différent entre les groupes, ((L)28% vs (R)28% ; NS). Après un suivi moyen de 3 ans, un syndrome de résection antérieur était significativement plus faible dans le groupe ((L) 54% vs (R)76% ; p=0.030).

**Conclusion :** L'approche robotique semble fiable sur les résultats oncologiques et la morbidité, mais le bénéfice attendu sur les résultats fonctionnels n'a pas été observé. D'autres études à grande échelle sont nécessaires pour évaluer la contribution de l'approche robotique aux résultats fonctionnels. La plus-value de la chirurgie robotique dans le cancer du rectum doit être réévaluée en tenant compte des nouvelles technologies laparoscopique et des nouvelles options thérapeutiques.



**Mots clés : Chirurgie mini invasive – Laparoscopie – Chirurgie robot assistée – Cancer rectum – Résultats fonctionnels**

## ABSTRACT

### Comparison of laparoscopic and robotic approach for rectal cancer surgery: short and long-term outcome. Retrospective study between two referral laparoscopic and robotic centers.

**Background:** the contribution of the Robotic approach (R) in rectal surgery would facilitate complex pelvic dissection compared with the laparoscopic approach (L). The aim of this study was to compare the short- and long-term oncological, morbidity and functional outcomes of the 2 approaches.

**Methods:** Between 2015 and 2021, all rectal cancers operated on by (L) or (R) were retrospectively reviewed in two minimally invasive surgery centers.

**Results:** 197 patients were included, 70% in the (L) group and 30% in the (R) group. Tumor location and stage were identical between the two groups (NS). Rectal tumors were predominantly T3 (65%), 3/4 of them in the lower or middle rectum. Overall postoperative mortality at 30 days was 0.5%, with no difference between groups (NS). Overall postoperative morbidity was identical between the two groups ((L)60% vs (R)57%; NS)), severe morbidity was similar ((L)14% vs (R)17%; NS). The number of early surgical re-interventions within the first 30 days was similar ((L)10% vs (R)3%; NS). The rate of complete TME was similar ((L)88% vs (R)94%; NS)). The rate of circumferential R1 was significantly higher in the group ((L)13% vs (R)2%; p=0.009). The 3-year recurrence rate did not differ between the groups, ((L)28% vs (R)28%; NS). After a mean follow-up of 3 years, anterior resection syndrome was significantly lower in the group ((L)54% vs (R)76%; p=0.030).

**Conclusion:** The robotic approach appears to be reliable for oncological outcomes and morbidity, but the expected benefit for functional outcomes has not been observed. Further large studies are needed to assess the contribution of the robotic approach to functional outcomes. The added value of robotic surgery for rectal cancer needs to be reassessed in the light of new laparoscopic technologies and new patient management options.

**Keywords: Minimally invasive surgery - Laparoscopy - Robotic-assisted surgery - Rectal cancer - Functional outcomes**

UNIVERSITE DE TOURS
**FACULTE DE MEDECINE DE TOURS**

**DOYEN**
**Pr Patrice DIOT**

**VICE-DOYEN**
Pr Henri MARRET

**ASSESSEURS**
Pr Denis ANGOULVANT, *Pédagogie*
Pr Mathias BUCHLER, *Relations internationales*
Pr Theodora BEJAN-ANGOULVANT, *Moyens – relations avec l'Université*
Pr Clarisse DIBAO-DINA, *Médecine générale*
Pr François MAILLOT, *Formation Médicale Continue*
Pr Patrick VOURC'H, *Recherche*

**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*

## PROFESSEURS EMERITES
Pr Daniel ALISON
Pr Gilles BODY
Pr Philippe COLOMBAT
Pr Etienne DANQUECHIN-DORVAL
Pr Luc FAVARD
Pr Bernard FOUQUET
Pr Yves GRUEL
Pr Gérard LORETTE
Pr Loïc VAILLANT

## PROFESSEURS HONORAIRES
P. ANTHONIOZ – P. ARBEILLE – A. AUDURIER – A. AUTRET – 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 – M. MARCHAND – C. MAURAGE – C. MERCIER – J. MOLINE – C. MORAINE – 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

ANDRES Christian.....Biochimie et biologie moléculaire
ANGOULVANT Denis .....Cardiologie
APETOH Lionel .....Immunologie
AUPART Michel.....Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BABUTY Dominique .....Cardiologie
BACLE Guillaume.....Chirurgie orthopédique et traumatologique
BAKHOS David.....Oto-rhino-laryngologie
BALLON Nicolas.....Psychiatrie ; addictologie
BARBIER François.....Médecine intensive et réanimation
BARILLOT Isabelle.....Cancérologie ; radiothérapie
BARON Christophe .....Immunologie
BEJAN-ANGOULVANT Théodora .....Pharmacologie clinique
BERHOUET Julien.....Chirurgie orthopédique et traumatologique
BERNARD Anne .....Cardiologie
BERNARD Louis .....Maladies infectieuses et maladies tropicales
BLANCHARD-LAUMONNIER Emmanuelle ....Biologie cellulaire
BLASCO Hélène.....Biochimie et biologie moléculaire
BONNET-BRILHAULT Frédérique .....Physiologie
BOURGUIGNON Thierry .....Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BRILHAULT Jean.....Chirurgie orthopédique et traumatologique
BRUNEREAU Laurent .....Radiologie et imagerie médicale
BRUYERE 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
DIOT Patrice.....Pneumologie
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
FROMONT-HANKARD Gaëlle .....Anatomie & cytologie pathologiques
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
HANKARD Régis.....Pédiatrie
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
LECOMTE Thierry.....Gastroentérologie, hépatologie

LEGRAS Antoine.....Chirurgie thoracique
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
PATAT Frédéric .....Biophysique et médecine nucléaire
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
VELUT Stéphane .....Anatomie
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

MALLET Donatien .....Soins palliatifs

## PROFESSEUR CERTIFIE DU 2ND DEGRE

MC CARTHY Catherine.....Anglais

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AUDEMARD-VERGER Alexandra.....Médecine interne
BISSON Arnaud .....Cardiologie (CHRO)
BRUNAULT Paul .....Psychiatrie d'adultes, addictologie
CARVAJAL-ALLEGRIA Guillermo.....Rhumatologie (au 01/10/2021)
CLEMENTY Nicolas.....Cardiologie
DOMELIER Anne-Sophie .....Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
DUFOUR Diane .....Biophysique et médecine nucléaire
FOUQUET-BERGEMER Anne-Marie.....Anatomie et cytologie pathologiques
GARGOT Thomas .....Pédopsychiatrie
GOUILLEUX Valérie.....Immunologie
HOARAU Cyrille .....Immunologie
KERVARREC Thibault.....Anatomie et cytologie pathologiques
LE GUELLEC Chantal.....Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
LEDUCQ Sophie .....Dermatologie
LEFORT Bruno .....Pédiatrie
LEJEUNE Julien .....Hématologie, transfusion
LEMAIGNEN Adrien .....Maladies infectieuses
MACHET Marie-Christine .....Anatomie et cytologie pathologiques
MOUMNEH Thomas.....Médecine d'urgence
PARE Arnaud.....Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
PIVER Éric.....Biochimie et biologie moléculaire
ROUMY Jérôme .....Biophysique et médecine nucléaire
STANDLEY-MIQUELESTORENA Elodie .....Anatomie et cytologie pathologiques
STEFIC Karl .....Bactériologie
TERNANT David.....Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
VAYNE Caroline .....Hématologie, transfusion
VUILLAUME-WINTER Marie-Laure.....Génétique

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

AGUILLON-HERNANDEZ Nadia.....Neurosciences
NICOGLOU Antonine .....Philosophie – histoire des sciences et des techniques
PATIENT Romuald.....Biologie cellulaire
RENOUX-JACQUET Cécile .....Médecine Générale

## MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES

AUMARECHAL Alain .....Médecine Générale
BARBEAU Ludivine.....Médecine Générale
CHAMANT Christelle .....Médecine Générale
ETTORI Isabelle.....Médecine Générale
MOLINA Valérie .....Médecine Générale
PAUTRAT Maxime .....Médecine Générale
PHILIPPE Laurence.....Médecine Générale
RUIZ Christophe.....Médecine Générale
SAMKO Boris.....Médecine Générale

## 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 – EA 7501 - ERL CNRS 7001
GUEGUINOU Maxime.....Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069
HEUZE-VOURCH Nathalie.....Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
KORKMAZ Brice.....Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
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
MEUNIER Jean-Christophe .....Chargé 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 .....Praticien Hospitalier

*Pour l'orthophonie*
BATAILLE Magalie.....Orthophoniste
CLOUTOUR Nathalie.....Orthophoniste
CORBINEAU Mathilde.....Orthophoniste
EL AKIKI Carole .....Orthophoniste
HARIVEL OUALLI Ingrid .....Orthophoniste
IMBERT Mélanie .....Orthophoniste
SIZARET Eva .....Orthophoniste

*Pour l'orthoptie*
BOULNOIS Sandrine.....Orthoptiste

# SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des enseignants et enseignantes
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 aux indigents,
et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis(e) 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(euse) et reconnaissant(e) envers mes Maîtres,
je rendrai à leurs enfants
l'instruction que j'ai reçue de leurs parents.

Que les hommes et les femmes m'accordent leur estime
si je suis fidèle à mes promesses.
Que je sois couvert(e) d'opprobre
et méprisé(e) de mes confrères et consœurs
si j'y manque.

# REMERCIEMENTS

**Monsieur le Professeur Éphrem SALAMÉ**

Je souhaiterai tout d'abord vous exprimer toute ma gratitude. Vous m'avez accueilli dans votre service et donné les moyens de pouvoir me former auprès de vous et de votre équipe.
Votre engagement auprès des patients, du service et des internes force l'admiration.
Je vous remercie de m'avoir communiqué votre passion notamment lors de mon semestre auprès de vous en chirurgie hépato biliaire et transplantation hépatique. Merci pour tout le savoir que vous m'avez transmis au bloc opératoire, durant les visites et les staffs. Je vous remercie également de la confiance que vous m'avez accordée. C'est une chance et fierté de vous avoir eu comme Professeur. J'espère que j'aurais l'occasion de pouvoir encore apprendre et travailler avec vous, c'était toujours un plaisir.
Vos conseils et valeurs m'ont permis d'avancer et resteront pour toute ma future carrière d'une aide précieuse.
Je voulais également vous exprimer ma sincère reconnaissance, pour votre disponibilité tout au long de l'internat, votre bienveillance et vos encouragements dans les moments difficiles.
J'ai toujours pu compter sur votre aide et votre soutien. Merci Monsieur.

**Monsieur le Professeur Mehdi OUAISSI**

Je souhaite vous remercier pour votre accompagnement et compagnonnage tout au long de mon internat. Vous m'avez accueilli dans votre unité et vous m'avez transmis votre passion et engagement. J'ai toujours en mémoire votre citation : "Quand il y a une volonté, il y a un chemin". Vous m'avez aidé à trouver le chemin pour réaliser mon accomplissement professionnel. Vous avez su me redonner confiance et courage pour poursuivre les efforts dans mon parcours, je vous en suis extrêmement reconnaissant.
Je n'oublierai pas non plus les nuits de garde au bloc opératoire où malgré la fatigue et le travail vous arriviez toujours à rendre ces moments agréables.
Je vous remercie d'avoir accepté de m'accompagner et de m'avoir épaulé pour ce travail. Sans votre engagement, votre disponibilité et votre aide cela n'aurait pas été possible. Vous m'avez soutenu et aidé tout au long de celui-ci. Merci Monsieur.
J'espère que les résultats sont à la hauteur de vos attentes, et que nous aurons l'occasion de réaliser d'autres travaux ensemble, c'est toujours un plaisir de pouvoir travailler avec vous.

**Monsieur le Professeur Guillaume MEURETTE**

Je vous remercie d'avoir accepté de venir juger ce travail à Tours et je vous exprime ma profonde reconnaissance pour cela. Vous m'avez transmis votre passion de la statique pelvienne, je vous en serai toujours reconnaissant.
Je vous remercie pour tout le savoir que vous m'avez transmis, pour la confiance que vous m'avez accordée, les premières consultations, ma première anastomose colo anale manuelle, la première présentation en congrès, le premier article. Merci d'avoir été là pour me guider.
J'espère sincèrement que nous aurons l'occasion de pouvoir retravailler ensemble, j'ai encore tellement à apprendre auprès de vous.
Pour tout cela et plus, car la liste serait trop longue, Merci Guillaume.

**Monsieur le Docteur David DUSSART**

David, je te remercie d'avoir accepté de venir juger ce travail. Je souhaite te remercier pour ton accueil et ton accompagnement lors de mon passage à Orléans. Ton savoir-faire chirurgical est impressionnant et est un exemple pour moi.
Merci de m'avoir accompagné dans ce travail et merci pour tes conseils. Avec toute ma reconnaissance, Merci David.

**Madame le Docteur Alice ARTUS**

Alice, je ne m'imaginais pas soutenir ce travail sans que tu puisses être là pour le juger, merci d'avoir accepté. Si je peux soutenir aujourd'hui ce travail c'est grâce à toi et je t'en serai éternellement reconnaissant. Merci Alice d'avoir été là.
Je souhaiterai également te remercier pour ton accompagnement tout au long de l'internat, tes conseils, ta bienveillance, la transmission de ton savoir et de tes valeurs.
Ton parcours et le chirurgien que tu es sont pour moi un exemple. Merci Alice.

**Monsieur le Docteur Arnaud PIQUARD**

Je vous remercie pour tout ce que j'ai appris à vos côtés, au bloc opératoire, mais aussi en dehors lors de mon semestre à Orléans.

Votre engagement auprès de vos patients et du service est un exemple. Je n'oublierai pas vos conseils.

Je vous remercie de m'avoir accompagné dans ce travail. C'était un plaisir d'avoir pu travailler avec vous. Merci Monsieur.

**Madame le Docteur Céline BOURBAO TOURNOIS**

Je vous remercie pour votre enseignement lors de mon semestre passé dans votre unité.

**Docteur Aurore KRAMER BUCUR**

Aurore je te remercie pour ton accompagnement et ton soutien à mes débuts d'internat. Je n'oublierai pas les mots d'encouragement et les conseils que tu as eu pour moi. C'était toujours très agréable de pouvoir travailler avec toi.

**Docteur Petru BUCUR**

Petru je te remercie pour ta bienveillance et ton accompagnement. C'était toujours un plaisir d'apprendre à tes côtés. Multomesc.

**Docteur Nicolas TABCHOURI**

Nicolas je te remercie pour ta disponibilité, ton accompagnement et ta patience. Merci pour tout ce que tu m'as appris. Merci pour toutes les occasions où tu as pris de ton temps pour me transmettre ton savoir. C'était toujours un plaisir d'être au bloc opératoire avec toi (et merci pour tes playlists).

**Docteur Michel GABRIEL**

Michel, je te remercie pour tout ce que tu m'as appris et apporté durant mon internat. Compagnon de route de mon internat tu étais là pour me donner de bons conseils et me redonner confiance dans les moments difficiles. C'était toujours un immense plaisir de travailler avec toi. Merci Michel.

**Docteur Lucas VERDURE**

Lucas, c'était toujours un bonheur de travailler avec toi, d'écouter tes conseils et d'apprendre de ton expérience. Merci pour tous ces moments. J'espère que l'on aura l'occasion de retravailler ensemble.

**Docteur Elias KARAM**

Merci Elias pour ta gentillesse et ta disponibilité. Merci beaucoup pour ton aide précieuse pour les scores de propensions de ce travail.

**A l'équipe chirurgicale du CHU de Tours : Docteur Louise BARBIER, Docteur Pascal BOURLIER, Docteur Lise COURTOT, Docteur Walid EZZEDINE, Docteur Emmanuelle FELLI, Docteur Pierre Olivier JOUPPE, Docteur Théo LOMBART, Docteur Nicolas MICHOT, Docteur Julien THIERY.**

Vous m'avez toujours appris énormément et m'avez tous impressionné un jour au bloc opératoire. C'était un plaisir d'avoir pu apprendre auprès de vous. Je vous remercie de tous vos conseils transmis.

**Docteur Hélène BARRAUD et l'équipe de coordination de transplantation hépatique**

Hélène c'était toujours un plaisir de pouvoir travailler avec toi. Merci pour ton aide durant mon semestre en hépato biliaire.

Agnès, Béatrice, Sandra et Sophie votre engagement auprès du service et de la transplantation hépatique est admiratif. Je vous remercie d'avoir partagé votre passion et accompagné durant mon internant.

**A l'équipe chirurgicale du CHU d'Orléans : Docteur Baudoin THEBAULT, Docteur Adel ABOU-MRAD, Docteur Arnauld BELLOUARD, Docteur David DUSSART, Docteur Arnaud PIQUARD, Docteur Olivier SAINT-MARC, Docteur Marco PUCCI**.

Je vous remercie pour le semestre passé dans notre service, j'y ai énormément appris et j'ai pris un très grand plaisir à venir travailler et apprendre auprès de vous.

**A l'équipe chirurgicale du CHU de Nantes : Professeur Éric MIRALLIÉ, Professeur Claire BLANCHARD, Docteur Aurélie AUMONT, Docteur Cécile CAILLARD, Docteur Frédéric DE LACODRE, Docteur Marie DE MONTRICHARD, Docteur Farouk DRISSI, Docteur Émilie DUCHALAIS, Docteur Louise LALLEMAND, Docteur Sylvie**

**MÉTAIRIE, Docteur Anne Sophie MESSIERE, Docteur Juliette PODEVIN, Docteur Nicolas REGENET.**

Je vous remercie pour le semestre passé au CHU de Nantes et votre accueil. Vous m'avez enseigné et initié dans vos spécialités respectives avec passion. La confiance que vous m'avez accordée au bloc opératoire et dans le service m'a permis de prendre confiance, assurance mais aussi appréhender le sens des responsabilités. Je vous suis extrêmement reconnaissant pour tout le temps que vous avez pris et consacré à ma formation. C'est toujours un très grand plaisir d'échanger avec vous.

**A l'équipe chirurgicale du CH de Blois : Docteur Giovanni GIRETTI, Docteur Zeynal ANIL, Docteur Luc DALMASSO, Docteur Jean GOSSELIN, Docteur Kévin KRAFT.**

Je souhaite vous remercier et vous exprimer ma profonde gratitude. Vous m'avez tous fait confiance et appris énormément. Je n'oublierais pas tous vos conseils et tous les bons moments que nous partageons au bloc opératoire et dans le service. J'ai eu cette chance de vous rencontrer sur mon parcours.

**Giovanni**, ta maitrise technique est impressionnante, merci de me donner les moyens d'apprendre la chirurgie à tes côtés et de m'inclure dans la prise en charge des patients.

**Zeynal,** tu trouves toujours les mots justes, comme les solutions en toutes circonstances, merci de me faire partager ton expérience et ta maitrise.

**Luc,** en chirurgie comme en culture ton savoir est immense, merci pour toutes les fois où tu me le transmets.

**Kévin**, ta patiente et ton savoir m'impressionne autant que tes exploits physiques, merci de m'avoir donné tant d'occasions d'apprendre la chirurgie. J'espère qu'il te reste encore un peu de patience car j'ai encore tant à apprendre à tes côtés.

**A toute l'équipe d'UC3 et du bloc opératoire**, Maeline, Anne, Mathieu, Delphine, Laetitia, Thomas B, Valérie, Didier, Sophie M, Amélie, Mes Princesses (Isabelle et Séverine), Marie, Véronique, Marine, Nora, Karine G, Léa, Thomas, Karine D, Carole, Emma, Sabrina, Ludivine, Patricia, Catherine, Marie C, Paul, Lucie, Laurence, Sophie C, Mélissa, Julie, Marina, Élisa, Frédérique, Natalie : Merci d'être là et de rendre ces journées de travail extraordinaires.

Je suis très honoré de pouvoir travailler avec vous une année supplémentaire, j'espère que je serai à la hauteur de la confiance que vous m'accordez.

**<u>A l'équipe de l'Institut Paoli-Calmettes Unicancer Marseille</u> : Professeur Olivier TURRINI, Docteur Marie Sophie ALFANO, Docteur Marie DAZZA, Docteur Cécile DE CHAISEMARTIN, Docteur Jacques EWALD, Docteur Jonathan GARNIER, Docteur Bernard LELONG, Docteur MEILLAT, Docteur Anaïs PALEN, Docteur Jacques SAADOUN**.

Merci de votre accueil et votre disponibilité lors de ce semestre passé avec vous, vous m'avez beaucoup appris sur la prise en charge en cancérologie. Olivier merci pour ton enseignement, travailler à tes côtés, toujours dans la bonne humeur a été très formateur. Cécile tu m'as fait redécouvrir la chirurgie colorectale, j'ai tant appris à tes côtés. Je n'oublierais jamais tous tes conseils. J'espère que l'on aura l'occasion de retravailler ensemble. Marie Sophie et Jacques merci quel plaisir de travailler avec vous.

**<u>A l'ensemble des équipes soignantes dont j'ai croisé le chemin, dans les services, en consultations et au bloc opératoire</u>** :

En particulier à l'équipe du CHU de Tours et du CH de Blois qui m'ont si bien accueilli à mes débuts et fins d'internat.

J'ai pris un très grand plaisir à travailler avec vous, je n'oublierai jamais le soutien et le réconfort que vous m'avez apporté. C'était chaque fois une joie de vous retrouver. Merci pour tout ce que vous m'avez appris. Merci pour toutes les attentions que vous m'avez accordées et qui m'ont donné la force nécessaire pour poursuivre l'internat.

Sans vous, cela n'aurait pas été possible.

**<u>A toutes les secrétaires rencontrées au cours de mon internat, en particulier à Mesdames Nadège PESCHET COUTE et Laëtitia BALANGER</u>** :

Merci pour votre disponibilité et votre aide dans toutes les démarches réalisées au cours de mon internat. Merci pour votre gentillesse et vos attentions.

**<u>A tous les co internes et amis rencontrés au cours de l'internat</u>** :

**Abdallah :** merci de m'avoir un peu rappelé le sud quand je travaillais avec toi. C'était toujours un plaisir. Je n'oublierais pas ces bons moments.

**Alexandre** : merci de m'avoir laissé tous les blocs avec Cécile. J'ai adoré travailler avec toi. Ces 6 mois Marseillais n'auraient pas été pareil sans toi.

**Alizée :** merci pour ton soutien surtout ces 6 derniers mois. C'était vraiment un bonheur d'être ton co-interne.

**Antoine J :** merci Antoine pour avoir illuminé mes journées. C'était toujours agréable de travailler avec toi.

**Aurélie :** merci Aurélie pour ton accompagnement tout au long de mon internat que j'ai commencé et fini avec toi. Toujours là pour nous remonter le moral. Merci Docteur.

**Axel :** il faudrait bien plus que ces quelques mots pour te remercier. L'internat sans toi n'aurait pas été pareil. Merci d'avoir été là quand il le fallait. Merci d'avoir rendu tous ces moments du quotidien inoubliable. Gratias tibi ago pro omnem.

**Camille G** : c'était un plaisir d'avoir partagé le semestre en hépatobiliaire.

**Cerise :** merci pour ces soirées, garde d'IPU et footing en bord de la Loire que l'on a partagé ensemble.

**Clémentine :** merci pour ta compagnie durant ce semestre blaisois, toujours pétillante, c'était un plaisir !

**Erica :** merci pour toute ta joie de vivre que tu as partagé à Blois, c'était que du bonheur.

**Léa** : une amie sur qui je peux compter, toujours là pour trouver les bons mots. Merci Léa.

**Marie** : passer une soirée avec toi a toujours été un plaisir.

**Martin :** merci de m'avoir encouragé et soutenu pour ma première astreinte ☺

**Olivier** : merci olivier pour tout ce que tu m'as appris, toujours dans la gentillesse. Je suis très heureux d'avoir pu travailler avec toi.

**Pauline :** c'était un plaisir de pouvoir te retrouver à chaque nouveau stage ! Merci d'avoir partagé ta joie de vivre.

**Romane, Clément et Bastien** : la team EST de l'hôtel Dieu c'était la meilleure. Merci pour tous les merveilleux moments que l'on a pu partager ensemble.

**Antoine D, Amaury, Camille P, Clémence, Domitille, Emilien, Jean Emmanuel, Marie lou, Maxime, Mélanie C, Natacha, Mélanie L, Mélissa, Nicodème, Romain Q, Pierre, Tatiana, Tinaig, Tung, Victor**

**A mes amis** :

**Marina** : merci de m'avoir emmené jusqu'au bout, de m'avoir soutenu et accompagné durant toutes ces années, ta rencontre a été une évidence. Ma sous-colleuse de génie, ma coéquipière de fous-rires et pitreries. A toi ma grande Amie : Merci d'être dans ma vie.

**Dimitri** : merci de nous avoir supporter avec Marina et d'avoir été toujours là quand j'en ai eu besoin. Ta vision de la médecine et pour moi un exemple. Je suis fier de ton parcours et de faire partie de tes amis. Merci Dimitri.

**Flora :** encore une belle rencontre de Roumanie, merci de m'avoir accompagné et supporté durant les 6 années d'externat. C'est toujours une joie de pouvoir se revoir et partager des bons moments en ta présence.

**Alexandra MTi** : merci d'être toujours là, je repense à toutes les premières fois que l'on a faites ensemble. Same Same for ever !!!

**Hélène** : après toutes ces années depuis les bancs du lycée je peux toujours compter sur toi, et c'est toujours un bonheur de se retrouver. Merci pour tout ton soutien, ton écoute et conseils toujours judicieux.

**Mathilde et Juliette** : merci d'avoir étés présentes dans les moments importants de ma vie, d'avoir étés mes confidentes quand j'en avais besoin, et merci de m'avoir supporté dans vos appartements Parisiens pour tous les DU et Congrès.

**Tom** : merci d'être toujours aussi toi.

**Jean Gabriel :** merci pour tout ce que tu m'as fait découvrir et appris, la vie nous a éloigné mais je sais que je peux compter toujours sur toi.

**A ma famille**,

**A mes grands-parents** :

Merci **Mamie Chouchou** d'être la grand-mère idéale, de m'avoir accompagné dans mes rêves depuis tout petit. Maintenant c'est bon, je serais Chirurgien et sans tes visites en Roumanie, à Tours, à Nantes, tes petits plats gourmands, tes belles lettres cela aurait été beaucoup plus difficile. Je suis fier d'avoir une grand-mère comme toi.

Merci **Papi** de m'avoir ouvert les yeux sur le monde, les voyages et le goût des bonnes choses. Tu peux être fier de ce que tu m'as transmis.

**Mamie et Papé**, merci de m'avoir accompagné à votre façon jusque-là.

**A mes parents** :

**Maman**, merci pour tout ton soutien et ton accompagnement. Merci de m'avoir aidé et soutenu sans relâche durant toutes ces années. Merci d'avoir vécu l'aventure de la traversée de l'Europe pour m'installer en Transylvanie. Merci d'avoir relu cette thèse. Tes visites et ta présence dans les moments difficiles m'ont permis d'arriver à accomplir mon rêve. Maintenant on a un autre rêve à réaliser !!!

**Papa,** merci de m'avoir permis de suivre et réaliser mon rêve. Merci de m'accompagner depuis toutes ces années. Ta persévérance, ta force de travail et ton mental sont un exemple pour moi. Merci d'être à mes côtés.

**A ma sœur** :

**Marie**, ma petite sœur. Merci d'être là depuis toujours, toi aide et ton amour me permettent de me dépasser et d'accomplir mes rêves. Sans toi je n'aurais pas eu la force d'y arriver. Malgré la distance qui nous sépare on arrive toujours à être là, l'un pour l'autre. Je sais que je peux compter sur toi sans concessions. Maintenant que ce rêve est réalisé, on va réaliser le nôtre.

**« Ce n’est pas parce que les choses sont difficiles que nous n’osons pas, c’est parce que nous n’osons pas qu’elles sont difficiles »**

**Sénèque**

# TABLE DES MATIERES

*RESUME* ..... 2
*ABSTRACT* ..... 3
*LISTE DES PROFESSEURS DE LA FACULTE DE MEDECINE* ..... 4
*SERMENT D'HIPPOCRATE* ..... 9
*REMERCIEMENTS* ..... 10
*LISTE DES ABREVIATIONS :* ..... 22
*MISE AU POINT* ..... 23
CONTEXTE ..... 23
ANATOMIE ..... 23
Introduction ..... 23
Vascularisation artérielle ..... 28
Vascularisation veineuse ..... 30
Drainage lymphatique ..... 31
DIAGNOSTIC ET BILAN INITIAL ..... 32
STRATEGIE THERAPEUTIQUE ..... 33
Traitement néo adjuvant ..... 33
Exérèse locale (endoscopique ou chirurgicale) ..... 35
Exérèse locale chirurgicale après traitement néo adjuvant ..... 35
Stratégie « Watch and Wait » ..... 36
Proctectomie ..... 36
Chimiothérapie adjuvante ..... 36
STRATEGIE CHIRURGICALE ..... 37
VOIES D'ABORD MINI INVASIVE ..... 38
Voie laparoscopique ..... 38
Voie robot-assistée ..... 38
RESULTATS FONCTIONNELS ..... 41
Séquelles fonctionnelles ..... 41
Apport de la voie robot assistée ..... 42
PERSPECTIVES ..... 44
*ARTICLE ORIGINAL* ..... 45
BACKGROUND ..... 45
PATIENTS AND METHODS ..... 46
Study population and data collection ..... 46
Neoadjuvant treatment ..... 46
Surgical procedures ..... 46
Pathology results ..... 48
Short-term outcomes ..... 48
Long-term outcomes ..... 48
Functional outcomes ..... 49
Statistical analysis ..... 50

**RESULTS** ..... **51**
**Demographic, staging and preoperative treatment (Table 2)** ..... 51
**Intra-operative parameters (Table 3)** ..... 51
**Pathology results (Table 4)** ..... 52
**Post-operative outcomes (Table 5)** ..... 52
**Late postoperative and survival outcomes (Table 6, Figure 8)** ..... 57
**Functional Outcomes (Table 6 to 12, Figure 9 to 13)** ..... 59
**DISCUSSION** ..... **67**
**CONCLUSION** ..... **69**
***BIBLIOGRAPHIE*** ..... ***70***

## LISTE DES ABREVIATIONS :

OMS : organisation mondiale de la santé
TDM : tomodensitométrie
IRM : imagerie par résonance magnétique
GRECCCAR : groupe de recherche en chirurgie sur le cancer du rectum
CRM : marge circonférentielle
TNT : traitement néo adjuvant total
TME : exérèse totale du mésorectum
AFC : association française de chirurgie
SFCD : société française de chirurgie digestive
SFCE : société française de chirurgie endoscopique

TME: total mesorectal excision
RAS: robotic assisted surgery
LARS: low anterior resection syndrome
QoL: quality of life
LAR: laparoscopic assisted resection
RAR: robotic assisted resection
ISR: intersphincteric resection
CR: computed tomography
CRM: circumferential margins
AL: anastomotic leakage
PSM: propensity score matching
ECOG: eastern cooperative oncology group
ASA: american society of anesthesiologists
BMI: body mass index
SD: standard deviation
IQR: interquartile range

# MISE AU POINT

## CONTEXTE

En 2020, on recense 732 210 nouveaux cas et 339 022 décès de cancer du rectum dans le monde, représentant le 8° cancer mondial (1). Le nombre de nouveaux cas de cancer du rectum en France en 2018 est de 8 249 chez l'homme (taux d'incidence 12,7%) et 5 495 nouveaux cas chez la femme (taux d'incidence 6,9%) (2). L'incidence est plus élevée chez les hommes que chez les femmes et augmente fortement avec l'âge. L'âge médian au moment du diagnostic est d'environ 70 ans dans les pays développés. La survie relative à 5 ans varie de plus de 90 % pour les patients au stade I à un peu plus de 10 % pour les patients au stade IV (3). La survie globale à 5 ans est de 67,7 % aujourd'hui (4).

## ANATOMIE

### Introduction

Le rectum peut se diviser classiquement en trois parties, le haut rectum intra péritonéal, le moyen rectum sous péritonéal (pelvien) et le bas rectum, sphinctérien (périnéal) correspondant au canal anal. Dans un plan sagittal on décrit deux courbures, la première le long de la concavité sacrée, concave en avant et la deuxième correspondant à la courbure périnéale est concave en arrière. Ces deux courbures sont séparées par le plancher pelvien formé par le faisceau puborectal du muscle releveur de l'anus (muscle *levator ani*) formant un angle de 90° et délimitant deux portions fonctionnelles, l'ampoule rectale et le rectum périnéal (5). Dans un plan frontal on décrit trois courbures latérales, supérieures et inférieures convexes à droite et une moyenne convexe à gauche (6).

- Le haut rectum :

Correspondant à la partie intra péritonéale du rectum, il débute en regard de la troisième vertèbre sacrée au niveau de la terminaison de la racine primaire du mésosigmoïde. Il se termine au fond du cul de sac de Douglas (cul de sac recto-vésical ou recto-utérin). Le haut rectum mesure entre trois et cinq centimètres mais cette longueur est variable et dépend tout d'abord de la profondeur du cul de sac de Douglas (allant de 8 à 15 cm de la peau périnéale). Ces

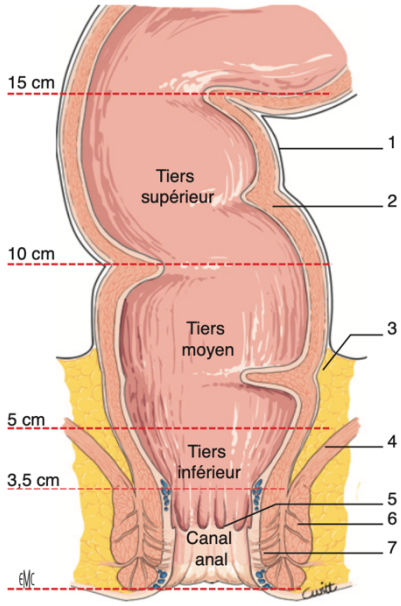
variations sont notamment liées à l'âge et au sexe. Chez les femmes, le cul de sac péritonéal est généralement plus profond que chez les hommes (5,7). C'est la seule partie du rectum péritonisée.

- Le moyen rectum :

C'est la partie pelvienne contenu dans la fosse ischiorectale, correspondant à l'ampoule rectale. Il s'étend de cul de sac péritonéal au bord supérieur du sphincter anal. Il mesure de 8 à 10 cm et ses variations de longueur sont similaires au haut rectum, il peut être plus ou moins large et plus ou moins sinueux. Lors de sa dissection par la libération du méso rectum sa longueur est augmentée (5,7).

- Le bas rectum :

Portion sphinctérienne du rectum, périnéale, il a une longueur de 3 cm et est orienté en bas et en arrière. Deux anneaux musculaires circulaires concentriques composent l'appareil sphinctérien. Le sphincter interne d'une longueur de 2 à 3 cm est le prolongement de la musculeuse rectale, il est constitué de fibres musculaires lisses. Le sphincter externe d'une longueur de 2 à 5 cm est le prolongement périnéal du muscle *levator ani*, par le faisceau puborectal et le faisceau iliococcygien. Il est constitué de fibres striées (5,7).




**<u>Figure 1 :</u> segmentation schématique du rectum, vue de face.**

1 : péritoine, 2 : rectum, 3 : espace ischiorectal, 4 : muscle releveur, 5 : ligne pectinée, 6 : sphincter strié, 7 : sphincter lisse. (*source : ECM - Chirurgie du cancer du rectum par laparotomie et laparoscopie (8))*.

La paroi rectale sous Douglassienne est composée de trois couches. La musculeuse (couche extérieure) composée de faisceaux musculaires longitudinaux faisant suite au taenia coli et se terminant au niveau du muscle corrugateur de la marge anale et de fibres musculaires circulaires dont l'extrémité forme le sphincter interne de l'anus (5). La sous-muqueuse où on retrouve au niveau du bas rectum les plexus hémorroïdaires supérieurs et inférieurs. La couche interne est représentée par la muqueuse. Dans le canal anal celle-ci se divise en trois zones : la zone columnaire avec les colonnes anales de Morgagni, une zone de transition entre la ligne pectinée et la ligne anocutanée, et se termine par la marge anale sous la ligne anocutanée de Hermann (5,6).

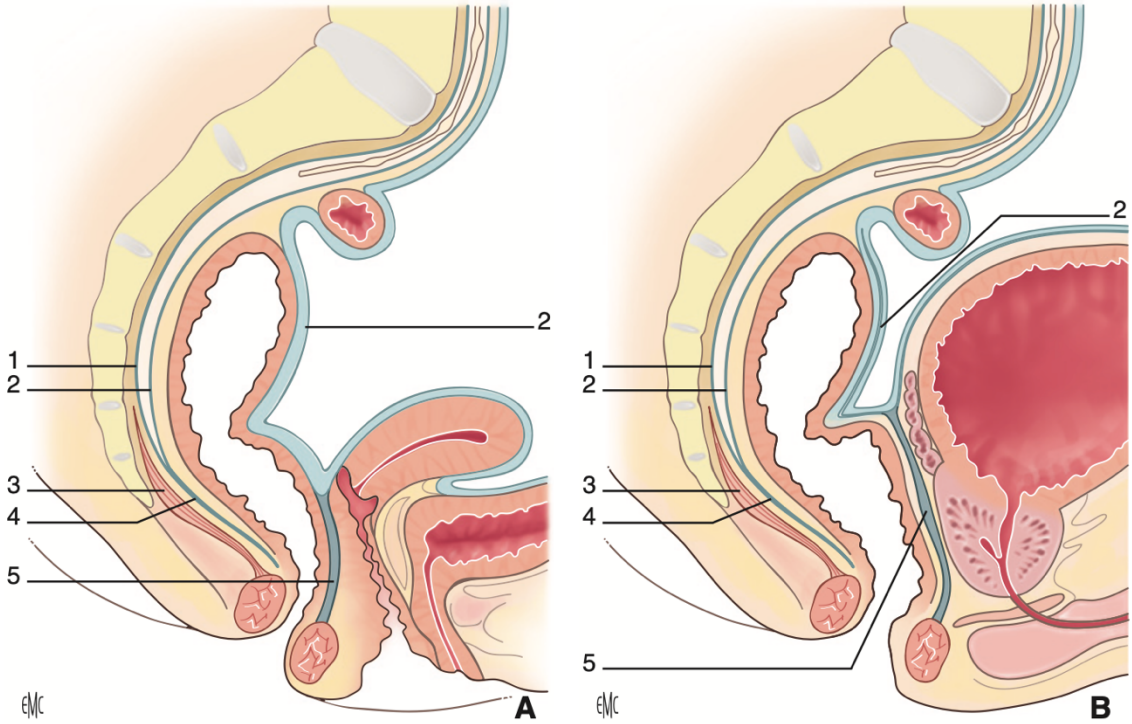
### Fascias et espaces rectaux et périrectaux

Le rectum sous péritonéal est contenu dans le fascia pelvien. Le fascia pelvien se compose du fascia recti et du feuillet pariétal du fascia pelvien. Ces deux feuillets fusionnent en avant et en arrière pour former respectivement l'aponévrose de Denonvilliers chez l'homme ou cloison rectovaginale chez la femme et le fascia présacré de Waldeyer avec le ligament sacrorectal, à hauteur de S4. Latéralement, le feuillet pariétal recouvre la paroi latérale (10).

Le Fascia de Denonvilliers, décrit en 1836 par Denonvilliers est une structure fibreuse musculoélastique séparant le rectum de ses rapports antérieurs : la vessie, les vésicules séminales et de la prostate chez l'homme, le vagin chez la femme. On retrouve à ce niveau un pédicule vasculaire unissant la face postérieure de la vésicule séminale ou le vagin à la face antéro latérale du rectum ainsi que des fibres nerveuses provenant du plexus hypogastrique inférieur et à destination des organes génitaux et urinaires latéralement et en avant de cette aponévrose (5).

Latéralement, on décrit les ligaments latéraux ou ailerons du rectum soulevant le fascia pelvien et fixant le rectum à la paroi. Ces ailerons contiennent les artères et veines rectales moyennes. Dans sa partie supérieure, il contient le ligament vésico-sacral ou utéro-sacral. Ce ligament se terminant sur le rectum et le fascia présacral en regard S2-S3 contient les nerfs hypogastriques et érecteurs (d'Erkardt). La partie inférieure de l'espace pararectal est traversée transversalement par le ligament latéral du rectum contenant les nerfs érecteurs et les vaisseaux rectaux moyens inconstants (22 à 50%) (6,10,11).

Le mésorectum contenu dans le fascia recti comprend l'ensemble du tissu cellulo-adipeux péri rectal et contient la vascularisation rectale. On le retrouve sur les trois quarts de la circonférence du rectum sous-péritonéal, en arrière et latéralement. Sa face antérieure et les derniers centimètres en sont le plus souvent dépourvus (10). Le mésorectum est la voie de drainage lymphatique principale des tumeurs rectales. L'importance de son exérèse complète lors d'un cancer du rectum est décrite par d'Allaines en 1946 (7) et a été diffusée par Heald en 1982 (11). L'exérèse complète du mésorectum a une valeur pronostique indépendante. Son analyse histologique ne doit pas méconnaître un envahissement de la section circonférentielle. Quirke (12) en a établi une classification histo-pronostique.




**<u>Figure 2 :</u> coupe sagittale du petit bassin**

**A :** chez la femme. 1 : feuillet pariétal du fascia pelvien, 2 : feuillet viscéral (fascia recti) du fascia pelvien, 3 : muscle releveur de l'anus, 4 : ligament sacrorectal, 5 : cloison rectovaginale. **B :** chez l'homme. 1 : feuillet pariétal du fascia pelvien, 2 : feuillet viscéral (fascia recti) du fascia pelvien, 3 : muscle releveur de l'anus, 4 : ligament sacrorectal, 5 : aponévrose prostatopéritonéale de Denonvilliers. (*source : ECM - Cancer du rectum : anatomie chirurgicale (5))*.

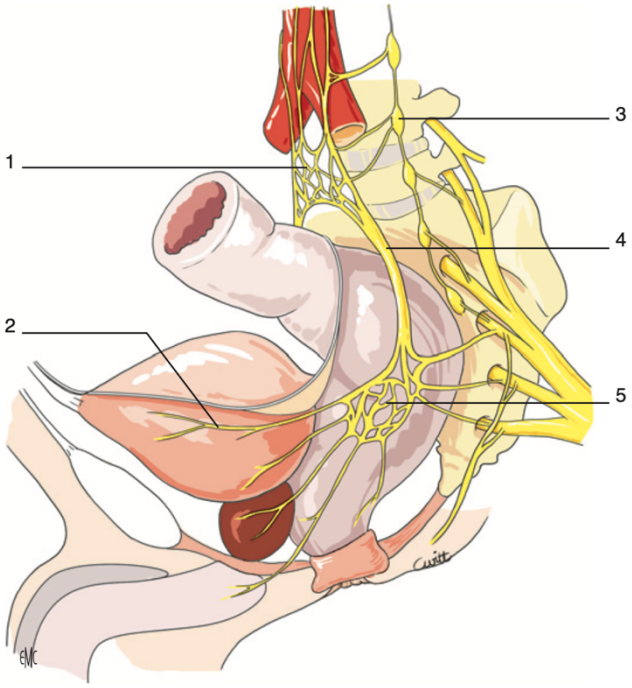
**Innervation**

L'innervation du rectum dépend de la chaîne sympathique lombaire latérovertébrale par ses efférences formant le plexus hypogastrique supérieur (de Hovelacque). Il est situé en regard de la bifurcation iliaque, en arrière du feuillet pariétal du fascia pelvien (6).

De ce plexus nait deux branches qui vont s'engager de part et d'autre de la paroi pelvienne sous le trajet de l'uretère, plaquées et recouvertes du fascia pelvien : les nerfs hypogastriques droit et gauche. Le cheminement des nerfs hypogastriques se fait au contact et en dehors du fascia recti, en direction du plexus hypogastrique inférieur. En regard du ligament latéral et des 4° et 5° corps vertébraux sacrés, se trouve le plexus hypogastrique inférieur, formation réticulée rétro péritonéale parallélépipédique située sur la face latérale du fascia pelvien. Il reçoit les afférences sympathiques des nerfs hypogastriques mais aussi les racines afférentes parasympathiques issues de S2-S4. De celui-ci on retrouve des efférences en avant et au contact de l'aponévrose de Denonvilliers à destiné du rectum, des vésicules séminales, de la prostate, des corps caverneux chez l'homme, de l'utérus et du vagin chez la femme (6).

Par leur rapport étroit aux vaisseaux hypogastriques, les nerfs hypogastriques sont susceptibles d'être traversés par de nombreux vaisseaux à destiné des organes pelviens notamment l'artère vésicale inférieure, l'artère rectale moyenne ou encore l'artère utérine. Une résection hémorragique avec l'hémostase de ces vaisseaux peut entrainer des lésions nerveuses lors de chirurgie du rectum à l'origine des dysuries et d'incontinence urinaire, d'anéjaculation, de dysérection chez l'homme, de perte de la lubrification vaginale et de dyspareunie chez la femme.

L'innervation sphinctérienne est assurée par le système autonome et volontaire. Les muscles lisses du sphincter interne assurant 70% du tonus sphinctérien de repos sont innervés par le système autonome parasympathique et orthosympathique provenant du plexus hypogastrique inférieur. L'innervation du sphincter externe est essentiellement sous contrôle somatique volontaire. L'innervation du muscle levator ani provient des racines sacrées S3 et S4. Le nerf périnéal externe et le nerf rectal inférieur proviennent du plexus pudendal et forment les continents nerveux antérieur et moyen. Le nerf pudendal présente un trajet extrapelvien sur la face latérale du levator ani. Il existe également un contingent postérieur inconstant provenant de S4 ou du nerf rectal inférieur (5,6).



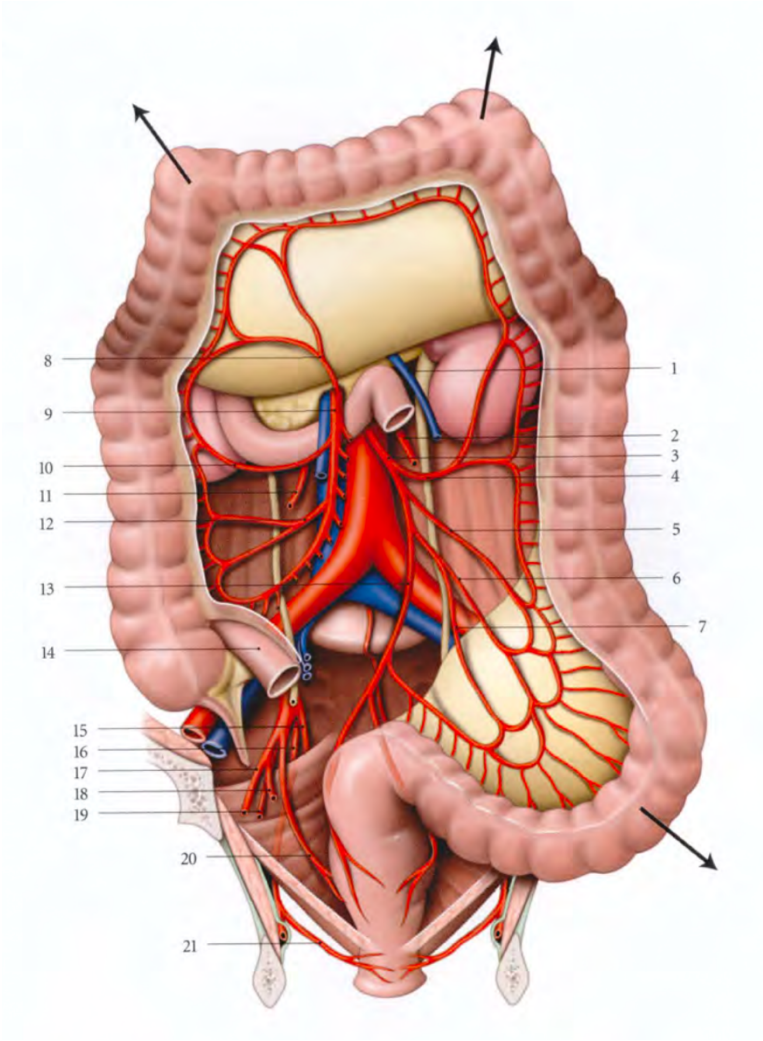

**<u>Figure 3 :</u> innervation du rectum (coupe sagittale chez l'homme)**

1 : plexus hypogastrique supérieur, 2 : branche efférente, 3 : chaîne sympathique lombaire, 4 : nerf hypogastrique gauche, 5 : plexus hypogastrique inférieur ou pelvien. (*source : ECM - Chirurgie du cancer du rectum par laparotomie et laparoscopie (8))*.

## Vascularisation artérielle

On retrouve quatre réseaux participant à la vascularisation artérielle (5,6) :

- L'artère mésentérique inférieure dont sa branche terminale donne l'artère rectale supérieure. Celle-ci se divise en regard de la troisième vertèbre sacrée en branche droite et gauche.
- Le système artériel hypogastrique (artère iliaque interne ou artère pudendale interne) donne l'artère rectale moyenne, inconstante. Celle-ci irrigue la partie inférieure du rectum et la zone des colonnes anales.
- Les vaisseaux pudendaux vascularisent la partie terminale du canal anal et la zone ano-cutanée via l'artère rectale inférieure.
- L'artère sacrale moyenne naissant au niveau de la bifurcation aortique vascularise la face postérieure du rectum.



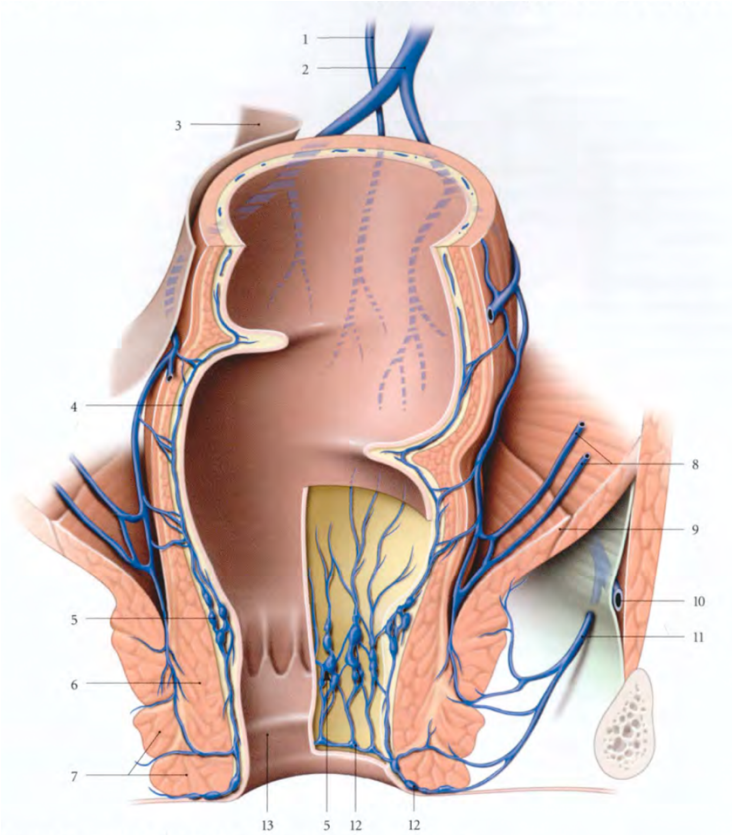

**<u>Figure 4 :</u> vascularisation artérielle mésentérique selon Kamina (6)**

2 : artère (a) gonadique gauche, 3 : a mésentérique inférieure, 4 : a colique gauche, 5 : a sigmoïdienne supérieure, 6 : a sigmoïdienne moyenne, 7 : a sigmoïdienne inférieure, 8 : a colique moyenne, 9 : a mésentérique supérieure, 10 : a colique droite, 11 : a gonadique droite, 12 : a iléo-colique, 13 : a rectale supérieure, 14 : iléum, 15 : a glutéale inférieure, 16 : a pudendale interne, 17 : a ombilicale, 18 : a utérine ou du conduit déférent, 19 : a obturatrice, 20 : a rectale moyenne, 21 : a rectale inférieure.

### Vascularisation veineuse

Des plexus sous muqueux et périmusculaires unis par des veines communicantes drainent la paroi ano-rectale. On peut décrire (5,6) :

- Le plexus hémorroïdal externe traversant la fosse ischio-rectale pour se drainer dans les veines pudendales internes.
- Le plexus hémorroïdal interne (localisé au niveau de la couche sous-muqueuse du tiers inferieur du rectum). Il est drainé par les veines rectales supérieures qui rejoignent la veine mésentérique inférieure, la veine sacrale médiane se drainant dans la veine iliaque commune gauche et les veines rectales moyennes rejoignant les veines iliaques internes.
- Le plexus veineux périmusculaire. Ce dernier suivant le territoire de drainage du plexus hemorroïdal interne.




**<u>Figure 5 :</u> veines du rectum et du canal anal selon Kamina (6)**

1 : veine (v) médiane, 2 : v rectale supérieure, 3 : péritoine, 4 : plexus veineux sous-muqueux, 5 : plexus rectal interne, 6 : m sphincter interne de l'anus, 7 : m sphincter externe de l'anus, 8 : vv rectales moyennes, 9 : m élévateur de l'anus, 10 : v pudendale interne, 11 : v rectale inférieure, 12 : plexus rectal externe, 13 : ligne ano-cutanée.

### Drainage lymphatique

Les collecteurs lymphatiques rectaux internes localisés dans la paroi rectale sous la muqueuse rectale et anale sont interrompus par les lymphonoeuds para-rectaux ou nœuds ano-rectaux dans le mésorectum et se drainent dans les lymphonoeuds rectaux supérieurs et moyens (6).

Les collecteurs lymphatiques rectaux supérieurs se drainent dans les lymphonoeuds rectaux supérieurs (ganglions du hile de Mondor) situés à la bifurcation de l'artère rectale supérieure (13). Des collecteurs plus longs se terminent dans les lymphonoeuds sigmoïdiens ou mésentériques inférieurs. Les collecteurs lymphatiques rectaux moyens se terminent en suivant les vaisseaux rectaux moyens dans les lymphonoeuds iliaques internes (hypogastrique) (10). Ils peuvent également se drainer directement dans les ganglions iliaques primitifs par les ganglions péri-rectaux postérieurs (10). Les lésions du bas rectum ont un drainage lymphatique triple, vers les lymphonoeuds rectaux supérieurs dans le mésorectum, vers les collecteurs lymphatiques rectaux moyens dans les ailerons et la région pelvienne sous péritonéale, et vers le pédicule inférieur se drainant dans les lymphonoeuds inguinaux médiaux et parfois dans les lymphonoeuds iliaques internes (6).

L'envahissement ganglionnaire se réalise progressivement de bas en haut sur la chaine ganglionnaire. L'envahissement est antérograde dans la quasi-totalité des situations. L'extension rétrograde parfois rencontrée dans les tumeurs très avancées ne dépasse pas les 1% d'après PR Glover et JM Waugh (14). On peut considérer qu'il n'existe pas de métastases rétrogrades situées au-dessous de cinq centimètres de la lésion qui est considéré comme l'étendu minimale de résection (15).

**La localisation d'une tumeur n'est donc pas seulement une division anatomique mais caractérise trois types de tumeurs différentes dans leur évolution et prise en charge.**

## DIAGNOSTIC ET BILAN INITIAL

Le diagnostic d'adénocarcinome du rectum repose sur un toucher rectal et une coloscopie avec réalisation de biopsie pour confirmation histopathologique. Une anamnèse colligeant les antécédents personnels et familiaux, la morphologie du patient, le statut OMS et nutritionnel et un examen physique comprenant un toucher rectal permettant d'apprécier au mieux la distance entre le bord supérieur de l'appareil sphinctérien et le bord inférieur de la tumeur sont réalisés dans un premier temps. Chez les patients de plus de 75 ans avec score de dépistage de la fragilité (Score G8) ≤ 14, un avis onco-gériatrique sera recommandé (16–18).

Le bilan initial se complète par un bilan biologique avec numération globulaire, dosage de l'antigène carcinoembryonnaire sérique (ACE) et une tomodensitométrie (TDM) du thorax et de l'abdomen afin de ne pas méconnaitre une métastase pulmonaire ou hépatique (17). Environ un patient sur cinq à un patient sur quatre présente une métastase à distance au moment du diagnostic (19–21). Les métastases hépatiques sont les plus fréquentes suivi des métastases pulmonaires. Dans un registre français, 17% des patients avec adénocarcinome du rectum présentaient des métastases pulmonaires synchrones (22). Le bilan peut être complété par une imagerie par résonnance magnétique (IRM) hépatique en cas de lésions hépatiques secondaire.

Une rectoscopie rigide et une coloscopie totale jusqu'à la valvule iléo caecale préopératoire sont nécessaires ou, en cas d'obstruction, une coloscopie virtuelle pour exclure les tumeurs coliques synchrones présents chez environ 2 % des patients (23,24). Si aucune évaluation complète préopératoire, une coloscopie post opératoire dans les 6 mois est recommandée. Lors de la rectoscopie ou coloscopie pré opératoire des biopsies seront réalisées pour confirmer le diagnostic. Les statuts mutationnels des gènes RAS et BRAF doivent être recherchés. En cas de lésion chez un sujet de moins de 60 ans ou présentant une lésion de stade II à haut risque ou métastatique le statut MSI sera recherché (17).

L'IRM rectale lors du bilan initial conditionne la prise en charge. Elle doit être systématique hormis lorsque le patient présente des contre-indications formelles. Elle doit comporter une séquence pondérée en T2 ainsi qu'une reconstruction dans les 3 plans avec des coupes axiales perpendiculaires à l'axe de la tumeur et dans l'axe du canal anal en cas de tumeur du bas rectum (17). Depuis 2021, le groupe de recherche en chirurgie sur le cancer du rectum (GRECCCAR) a établi des recommandations pour standardiser le compte rendu d'IRM (25). Il doit notamment

préciser le stade tumoral, la localisation du pôle inférieur tumoral par rapport à la marge anale, mais également par rapport au bord supérieur du sphincter interne, au bord supérieur du muscle puborectal et à la ligne de réflexion péritonéale. Pour les lésions classées T3 l'extension extra-murale en mm doit être précisée. Il est également recommandé de décrire la marge circonférentielle (CRM) correspondant à la distance la plus courte en mm du bord externe de la tumeur ou d'une adénopathie ou nodule tumoral ou embole vasculaire extra-mural et le *fascia recti* ainsi que la potentielle présence d'invasion vasculaire extra-murale ou adénopathies extra-mésorectales, en particulier d'adénopathies latéro-pelviennes.

En cas de lésion du très bas rectum ou d'une lésion classée T1 en IRM il est recommandé de réaliser une écho-endoscopie pour préciser l'envahissement lésionnel notamment s'il existe un envahissement sphinctérien (17,26). En cas de suspicion d'envahissement antérieur un examen gynécologique chez la femme ou une cystoscopie chez l'homme pourront être réalisés.

L'ensemble de ces examens permet une stadification locale exacte au moment du diagnostic qui est essentielle et constitue la base du traitement néo adjuvant. La classification actuellement en vigueur est celle de l'UICC (TNM 8éme édition 2017) (27). L'IRM rectale et la TDM thoraco abdomino pelvienne devront être renouvelés après chaque étape du traitement néo-adjuvant et avant la chirurgie. 4% des patients présenteront une progression lors du traitement néo adjuvant (28).

## STRATEGIE THERAPEUTIQUE

La stratégie thérapeutique doit être discutée en réunion de concertation pluridisciplinaire dédiée, composée de radiologues, chirurgiens, hépato gastroentérologue, oncologues médicaux, radio-oncologue, pathologiste. Cette stratégie dépend du siège de la tumeur, de son classement TNM et de l'opérabilité du patient.

### Traitement néo adjuvant

L'association d'une irradiation préopératoire et d'une chimiothérapie concomitante est recommandée dans les cas d'adénocarcinomes du moyen et bas rectum T3-T4 et/ou N+, dans les adénocarcinomes du haut rectum T3N2 ou T4 et dans le cas d'un adénocarcinome avec à

l'IRM une *circumferential resection margin* CRM<2mm (17). Le traitement néo adjuvant améliore la survie sans récidive locale (29). D'autre part la réduction du volume tumoral (effet de down-staging) sous l'effet du traitement néo adjuvant facilite l'exérèse chirurgicale et augmente la préservation d'organe avec une augmentation du taux de conservation sphinctérienne.

Il était proposé classiquement deux types de protocole de traitement néo adjuvant. Le protocole CAP 50 associant la capécitabine orale à la dose de 800 mg/m2/12h et 45 à 50 Gy de radiothérapie réalisée en 25 à 28 fractions quotidiennes en cinq à six semaines (17). Il pouvait être proposé le protocole court dit « suédois » réalisant une irradiation courte de 25 Gy en cinq fractions quotidiennes, avec chirurgie programmée une semaine plus tard (30).

L'étude randomisée PRODIGE 23 a modifié la prise en charge pré opératoire des adénocarcinomes du rectum T3-4 Nx, <15 cm de la marge anale. L'étude à évaluer l'intérêt d'un traitement néo adjuvant total (TNT) comprenant 6 cycles de FOLFIRINOX puis chimio radiothérapie CAP50 associée à une chimiothérapie adjuvante par 6 cycles de FOLFOX (ou 4 cycles de capécitabine). L'essai est positif en faveur d'un traitement néo adjuvant total avec un taux de réponse anatomopathologique complète (ypT0N0) supérieur dans le groupe TNT (27,8 % vs 12,1 %, p<0,001). Ces résultats se sont traduits oncologiquement par une amélioration de la survie sans récidive (75,7 % vs 68,5 %, HR=0,69 [0,49-0,97], p=0,034) et une amélioration de la survie sans métastase (78,8 % vs 71,7 %, HR=0,64, p=0,017) à 3 ans. Il n'a pas été mis en évidence de différence sur le taux de récidive locale ou la survie globale à 3 ans (31).

**Le traitement néo adjuvant total doit être proposé en première ligne dans les adénocarcinome du rectum N+ ou T3-T4Nx (32).**

Un autre traitement néo adjuvant total pour les patients avec haut risque de récidive (cT4 et/ou envahissement veineux extramural et/ou cN2 et/ou CRM≤1mm et/ou envahissement ganglionnaire pelvien latéral) a été évalué dans l'essai RAPIDO. Ce TNT est composé d'une radiothérapie courte (5x5Gy) puis chimiothérapie néo adjuvante par 6 cycles de CAPOX ou 9 cycles de FOLFOX4 sans chimiothérapie adjuvante. A trois ans le TNT présente moins d'échec du traitement lié à la maladie (HR 0,75 ; p=0,019) et une diminution du taux de récidive à distance (20% versus 27% HR 0,69 ; p=0,0048) (33). La compliance au TNT est élevée 84%

(34). Cependant les résultats à 5 ans sont moins favorables avec une récidive locorégionale significativement plus importante dans le groupe expérimental (10% vs 6% ; p=0.027) (35)

La voie de l'immunothérapie pour les adénocarcinomes du rectum MSI/dMMR est prometteuse. La récente étude de phase II évaluant l'efficacité du dostarlimab (anticorps monoclonal anti PD1) dans les adénocarcinomes de stade II ou III avec déficience du système de réparation du mésappariement de l'ADN (MSH2, MSH6 ,MLH1, PMS2) rapporte une réponse clinique complète définit par l'absence de résidu tumoral au toucher rectal et en endoscopie, ainsi que l'absence de maladie résiduelle en IRM (absence de restriction de diffusion en T2) à 12 mois chez 12 patients sur 12 (100%) IC 95% [74 - 100] (36).

### Exérèse locale (endoscopique ou chirurgicale)

En cas d'adénocarcinome moyennement ou bien différenciée du rectum classé pTis (intra-épithélial ou envahissant la lamina propria) ou pT1sm1 (envahissement superficiel de la sousmuqueuse) l'exérèse locale sans traitement néo adjuvant peut être proposée en l'absence d'embole vasculaire ou lymphatique, de budding tumoral, et de contingent mucineux ou à cellules indépendantes (37).

### Exérèse locale chirurgicale après traitement néo adjuvant

Il s'agit de proposer après TNT, une exérèse locale par voie trans-anale à défaut d'une proctectomie avec exérèse totale du mésorectum dans un but de préservation d'organe. Cette possibilité thérapeutique pour les adénocarcinomes du rectum T2 ou T3, N0-1 a été évaluée dans l'essai GRECCAR 2 qui a comparé l'exérèse locale à l'exérèse totale du mésorectum chez les patients bons répondeurs après chimioradiothérapie (cicatrice résiduelle < 2cm sans infiltration de la couche musculaire). La morbidité est majorée en cas d'exérèse locale et TME de rattrapage par rapport aux patients ayant une TME de première intention (38). Les résultats oncologiques à 5 ans ne retrouvent pas de différence entre l'exérèse locale ou la proctectomie avec TME (39). L'étude en cours GRECCAR 12 évalue l'efficacité de l'exérèse locale chez les patients avec une lésion cT2T3N0N1 (<4 cm), bons répondeurs après chimiothérapie néoadjuvante par 4 cycles de FOLFIRINOX. La stratégie de conservation d'organe en centre expert est possible pour les lésions de moins de 4 cm classées T2N0 ou T1/2N+ ou T3Nx (32).

### Stratégie « Watch and Wait »

Stratégie développée au Brésil proposant une surveillance intensifiée à la place d'une exérèse locale ou proctectomie pour les patients ayant obtenu une réponse complète après traitement néo adjuvant. La réponse clinique complète est définie par l'absence de résidu tumoral au toucher rectal et en endoscopie, ainsi que des biopsies négatives (40). Cette stratégie peut être proposée en centre expert pour les lésions de moins de 4 cm classées T2N0 ou T1/2N+ ou T3Nx ayant une réponse complète après traitement néo adjuvant (32).

### Proctectomie

La proctectomie avec exérèse totale du mésorectum reste le standard chirurgical pour la prise en charge des adénocarcinomes du bas et moyen rectum (17). En cas de lésion fixée à un organe ou une structure de voisinage au toucher rectal et si en IRM la CRM est < 1 mm la tumeur est considérée comme non résécable. La résécabilité doit être réévaluée après traitement néo adjuvant. La chirurgie est réalisée 6 et 8 semaines après chimio-radiothérapie longue et à au moins 6 semaines pour la radiothérapie courte (41).
Pour les adénocarcinomes du très bas rectum la conservation sphinctérienne peut être problématique. La classification de Rullier permet de proposer à des patients sélectionnés une conservation sphinctérienne sans pénaliser le pronostic oncologique (42).

### Chimiothérapie adjuvante

Le traitement adjuvant est discuté en RCP en tenant compte de l'examen anatomopathologique de la pièce opératoire et de la réalisation ou non d'un traitement néo adjuvant. Après traitement néo adjuvant il doit être proposé pour les lésions classées ypT3-T4N0 et les lésions classées ypN+ et/ou R1. En l'absence de traitement néo adjuvant il doit être proposé en cas de ganglions tumoraux retrouvés sur la pièce opératoire ou de résection chirurgicale R1 (32).

## STRATEGIE CHIRURGICALE

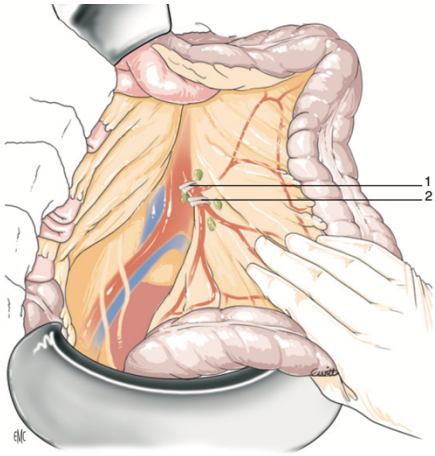
La stratégie chirurgicale répond à un double objectif :

- Premièrement carcinologique avec une résection tumorale complète en marge saine réduisant au maximum le risque de récidive locale.

-Deuxièmement fonctionnel, avec le respect de l'innervation et la possibilité de conservation sphinctérienne.

La qualité de la résection chirurgicale réduit significativement les récidives locorégionales. La résection chirurgicale doit être monobloc et comprendre l'exérèse extrafasciale du mésorectum. Pour les adénocarcinomes du haut rectum la section du mésorectum doit passer 5 cm sous la limite inférieure de la tumeur. L'intégralité du mésorectum doit être évaluée sur la pièce de résection à l'état frais, est évaluée selon les critères de Quirke (12).

La marge de sécurité distale doit être ≥ 1 cm, la marge circonférentielle doit être supérieure à 1mm. Le curage ganglionnaire mésentérique inférieur doit être réalisé à 1cm de l'aorte permettant de préserver le plexus hypogastrique supérieur. La section de l'artère mésentérique peut se faire en aval de l'artère colique supérieure gauche. La ligature basse ne modifie pas le taux de fistules, le nombre de ganglions prélevés, et le taux de survie à 5 ans (43). Elle préserve d'avantage la continence anale (44). Il n'est pas recommandé de réaliser un curage ganglionnaire iliaque, majorant la morbidité sans bénéfice oncologique (45).




**<u>Figure 6 :</u> Contrôle artériel lors de l'exérèse du rectum.**

1 : ligature à l'origine de l'artère mésentérique inférieure, 2 : ligature en aval de l'origine de l'artère colique supérieure. (*source : ECM - Chirurgie du cancer du rectum par laparotomie et laparoscopie (8))*.

## VOIES D'ABORD MINI INVASIVE

### Voie laparoscopique

L'usage de la cœlioscopie en chirurgie colorectale a été décrite pour la première fois en 1991 pour devenir aujourd'hui un standard pour l'exérèse des tumeurs rectales T1-T3 (32). La non-infériorité de l'approche laparoscopique a été démontrée dans plusieurs études. Les résultats de l'essai prospectif randomisé de non-infériorité COREAN publié dans *Lancet Oncol* en 2014 comparant 170 résections rectales avec TME pour adénocarcinome du moyen ou bas rectum par chirurgie ouverte et 170 résections par cœlioscopie démontrent la sureté de la cœlioscopie dans cette indication. Il n'y avait pas de différence sur les critères d'exérèses chirurgicaux oncologiques. La survie sans récidive à 3 ans était de 72,5 % (IC 95 % 65,0–78,6) pour le groupe chirurgie ouverte et de 79,2 % (72,3–84,6) pour le groupe chirurgie laparoscopique ($p<0,0001$) (46) Ces résultats ont été confortés dans l'essai randomisé multicentrique international publié en 2015 dans *The new england journal of medicine* incluant 1044 patients opérés par chirurgie ouverte et laparoscopie pour un adénocarcinome du rectum ne retrouve pas de différence à 3 ans en terme de récidive locorégionale, de survie sans récidive et de survie globale (47).

La cœlioscopie comparée à la chirurgie ouverte permet de limiter les pertes sanguines per opératoires et améliore la récupération post opératoire (reprise du transit plus rapide en post opératoire et durée d'hospitalisation diminuée) (48).

L'essai Australien ALACART (*JAMA*) publié en 2015 préconise de réserver la résection rectale par cœlioscopie aux centres experts devant des résultats de non infériorité insuffisants (49). Les inquiétudes concernaient notamment la qualité d'exérèse oncologique, avec notamment le risque majoré de marge de résection circonférentielle positive et une majoration de TME incomplète.

### Voie robot-assistée

Le développement du système chirurgical robotique a révolutionné le domaine de la chirurgie mini-invasive, apportant innovation avec une caméra haute définition avec vision en 3 dimensions, une dextérité supérieure avec des instruments à 7 degrés de liberté de mouvement

et un plus grand confort ergonomique (50). L'enquête de l'association française de chirurgie (AFC) de 2021 diffusée par le biais de trois sociétés savantes (AFC, SFCD et SFCE) a permis le retour de 443 praticiens soit 25% des chirurgiens « généraux » en exercice. Les chirurgiens ayant usage du système robotique mettaient en avant un acte opératoire facilité en regard de la cœlioscopie avec notamment une meilleure ergonomie ainsi que de meilleures suites opératoires, une meilleure curabilité, un temps moyen d'hospitalisation diminué et une facilitation au développement de la réhabilitation améliorée après chirurgie (RAAC)(51).

Depuis le développement de l'approche robotique de nombreuses études et méta analyses rapportent des résultats oncologiques, de morbidité post opératoire et de qualité de vie à minima équivalent à l'approche laparoscopique. Les résultats de l'essai ROLARR (52), étude randomisée multicentrique ont été présentés pour la première fois au niveau international lors de la réunion 2015 de l'American Society of Colon and Rectal Surgeons. 234 patients ont eu une résection rectale par cœlioscopie et 237 par voie robot assistée. Le taux de conversion était de 12,2% dans le groupe cœlioscopie et de 8,1% dans le groupe chirurgie robotique (p=0,158). Il n'y avait pas de différence sur les critères de résections oncologiques (taux de résection R1, taux de CRM positive) et de la morbidité post opératoire.

Une méta analyse publiée dans *Annals of surgery* en 2017 (53) comportant 5 essais incluant 334 patient opérés par abord robotique et 337 par cœlioscopie rapporte une diminution du taux de conversion lors de l'approche robotique (RR 0,58 ; IC à 95 % 0,35-0,97, P = 0,04). Le taux de mortalité post opératoire et la qualité d'exérèse oncologique (taux de CRM positive et nombre de ganglions prélevés) étaient similaires. L'étude rétrospective de l'équipe de l'institut du Cancer de Montpellier comparant l'approche coelioscopique et robot assisté chez 400 patients retrouve un taux de conversion diminué dans le groupe robot assisté (2% vs 9,5% p=0.001). Les critères de résection oncologiques et la morbidité étaient similaire dans les deux groupes (54). Les critères d'exérèse oncologique après TME pour les adénocarcinome du rectum classés cT1-3NxM0 ont été évalué dans un essai randomisé coréen en centre expert publié en 2017 (55). Le taux de TME complète, les marges de résection, le nombre de ganglions lymphatiques prélevés ne différait pas selon la voie d'abord (robotique ou laparoscopique). Publié en 2019 dans *Annals of Surgery* une méta analyse incluant 29 études randomisées a évalué l'exérèse rectale avec TME par laparotomie, cœlioscopie, chirurgie robot assisté et par voie trans-anale. Aucune différence significative a été identifiée concernant la morbidité peropératoire, le taux de conversion, la morbidité post opératoire, le taux de fistule

anastomotique, les marges chirurgicales oncologique, la survie globale à 5 ans et le taux de récidive locorégionale. La récupération post opératoire été améliorée après abord mini invasif (56).

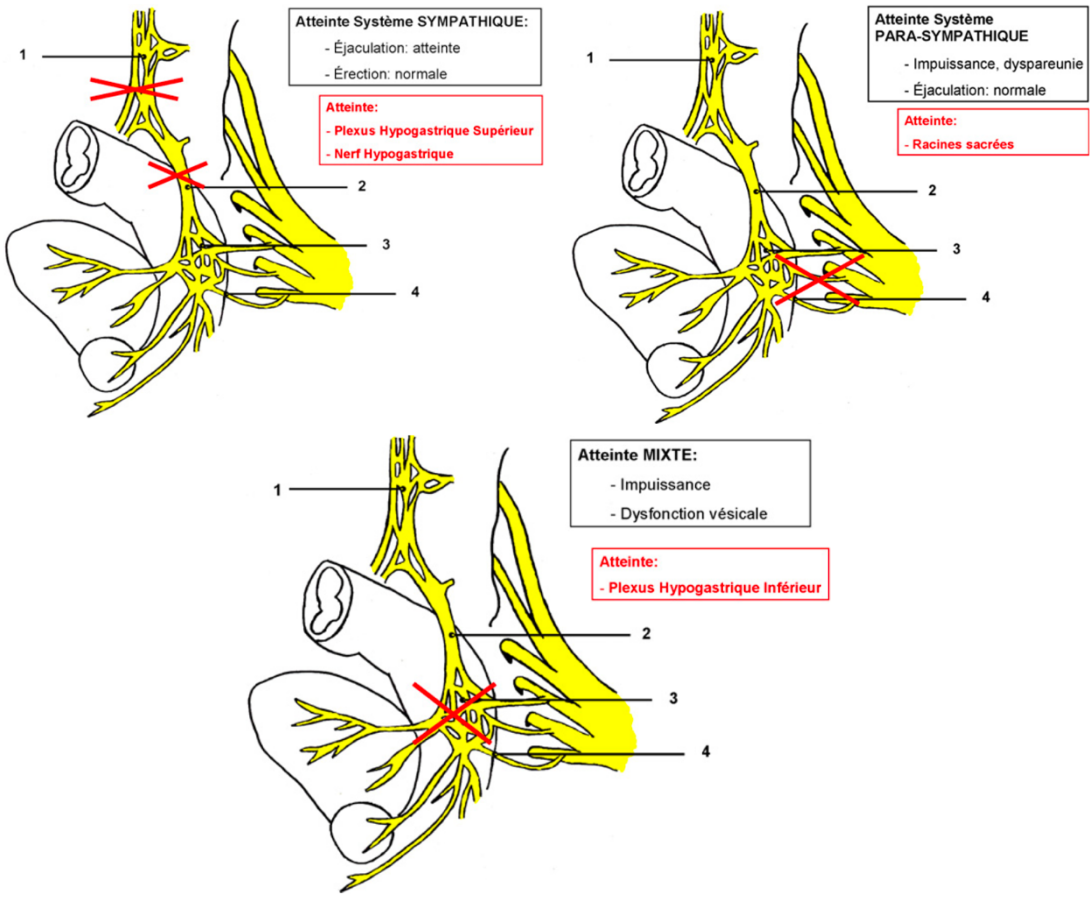
L'amputation abdomino périnéale par voie robot assistée a été évaluée dans une récente étude rétrospective (*Diseases of the Colon & Rectum* – 2022) de la Cleveland Clinic. 68 patients ayant eu une amputation abdomino périnéale (34 patients opérés par voie coelioscopique et 34 par voie robot assistée) ont été inclus. Il n'a pas été retrouvé de différence sur les critères oncologiques de résection, la morbidité post opératoire, la durée moyenne de séjour, le taux de récidive et la survie globale (57).

Les résultats de récentes études suggèrent que l'approche robotique dans la prise en charge du cancer du rectum entraîne une meilleure qualité oncologique de résection que la chirurgie laparoscopique conventionnelle, avec moins de traumatisme chirurgical et une meilleure récupération postopératoire. Les données oncologiques à long terme sont en attente. L'analyse rétrospective récente de la Cleveland Clinic a évalué chez les patients présentant un adénocarcinome du rectum T4 l'approche coelioscopique et robot assisté. 235 patients ont été inclus dans chaque groupe. Les patients opérés par voie robot assistée ont présenté un taux de conversion plus faible (8,9% vs 17,9% ; p=0,006), une durée médiane de séjour plus courte (5 vs 6 jours ; p=0,007), un taux de survie globale plus élevé (56,2% vs 43,4% ; p=0,007), et une survie médiane plus longue (60,8 vs 43,2 ; p=0,025). Le taux de marge de résections positives était identique dans les deux groupes (58). L'étude de supériorité multicentrique, randomisé, Chinoise REAL dont les résultats ont été présentés en 2022 a évalué l'approche coelioscopique et robot assisté chez 1240 patients présentant un cancer du moyen ou bas rectum. Le taux de CRM positive était diminué dans le groupe robot assisté (4,0% vs 7,2% ; p=0.023). Le taux de complications postopératoires (grade Clavien-Dindo >I) dans les 30 jours suivant l'intervention chirurgicale était 16,2% vs 23,1% (p=0.003) après résection robot assisté. La récupération post opératoire a été plus rapide dans le groupe robot (59). Ces résultats n'ont pas été retrouvés dans l'essai randomisé COLRAR incluant 295 patients ayant eu une résection rectale avec TME pour adénocarcinome du bas ou moyen rectum (60).

## RESULTATS FONCTIONNELS

### Séquelles fonctionnelles

La fonction urogénitale est l'un des aspects les plus importants de la qualité de vie et la prise en charge du cancer du rectum peut avoir des effets néfastes sur celle-ci. Les dysfonctions urogénitales et défécatoires doivent être considérées comme multifactorielles. Les lésions peropératoires des nerfs autonomes pelviens en sont la principale cause. Les lésions des nerfs sympathiques entraînent une incontinence urinaire, des troubles de l'éjaculation chez l'homme et une diminution de l'intensité orgasmique chez la femme. Les lésions des nerfs parasympathiques entraînent un défaut de fonction du muscle *détrusor* et des troubles mictionnels, ainsi que des dysfonctions érectiles (61). Après TME, le taux de syndrome de résection antérieure (LARS) avec altération de la continence anale est présent chez plus de la moitié des patients à 1 ans (62). La radiothérapie lors du traitement néo adjuvant majore les séquelles fonctionnelles au long cours. L'étude Néerlandaise incluant 1530 patients suivi pour un adénocarcinome du rectum a évalué l'effet de la radiothérapie sur les séquelles fonctionnelles. 761 patients ont eu une radiothérapie néo adjuvante avec 25 Gy d'irradiation pelvienne puis une exérèse rectale avec TME et 769 patients une chirurgie d'emblée avec TME. A 14 ans de suivi, les patients ayant eu une radiothérapie pré opératoire rapportent un taux d'incontinence fécale de 56,4% contre 37,1% des patients ayant eu une prise en charge chirurgicale d'emblée ($p<0.01$) (63). A 14 ans, le taux de LARS majeur était de 55,1% après radiothérapie pré opératoire et de 35,5% après une prise en charge chirurgicale sans radiothérapie ($p<0,01$) (64).




**<u>Figure 7 :</u> Atteintes nerveuses et dysfonctions uro-génitales.**

A : Atteinte du système sympathique.
B : Atteinte système parasympathique.
C : Atteinte mixte des systèmes sympathique et para- sympathique.

1 : plexus pré-aortique, 2 : nerfs hypogastriques, 3 : plexus pelvien latéral, 4 : branches des racines antérieures parasympathiques de S2, S3 et S4. (*source : Journal de Chirurgie Viscérale – Mise au point(65))*.

## Apport de la voie robot assistée

Le système opératoire robotique présente les avantages d'une vision stable et agrandie, d'une vue tridimensionnelle, d'une dextérité supérieure, d'une précision des mouvements des bras robotisés multiarticulés et d'une meilleure ergonomie. Pour les raisons ci-dessus, la chirurgie robotique a le potentiel de faciliter théoriquement la dissection nette et l'identification des nerfs autonomes dans l'espace pelvien étroit et le plancher pelvien et d'offrir de meilleurs résultats fonctionnels.

Le retour d'expérience sur 400 patients opérés pour cancer du rectum par cœlioscopie et par voie robot assistée de l'équipe de l'institut du Cancer de Montpellier retrouve des résultats sexuels (score IIEF et FSFI) similaire dans les deux groupes. La qualité de vie était également similaire (54). Alberto Patriti et al. (66) ont évalué après un suivi de 18 mois après résection rectale par cœlioscopie et de 29 mois après résection robot assistée les résultats fonctionnels. Il n'a pas été observé de différence d'altération de la fonction érectile, de taux d'incontinence anale ou de constipation selon la voie d'abord réalisée. Ces résultats sont en adéquation avec la méta analyse Allemande de K. F. Kowalewski et al (67).

En ce qui concerne la qualité de vie, les scores des questionnaires EORTC QLQ C30 *(European Organization for Research and Treatment of Cancer Quality of Life*) et EORTC QLQ CR38 ont été évalués dans une étude prospective Coréenne (55). Les scores de qualité de vie ne différaient pas selon la voie d'abord. Cependant la fonction sexuelle évaluée à 12 mois après chirurgie était moins altérée dans le groupe robot assisté (p=0,03).

Une méta analyse australienne publiée dans *Diseases of the Colon & Rectum* en 2022, incluait 14 études. Sur 11 études évaluant la fonction sexuelle masculine, 7 retrouvaient une meilleure fonction sexuelle après chirurgie par voie robot assistée comparé à la voie laparoscopique, 4 ne retrouvaient pas de différence. 5 études retrouvait une fonction sexuelle masculine à 12 mois plus préservée après chirurgie par voie robot assistée comparé à la cœlioscopie (OR : 0,51 ; p=0,043). 4 études ont retrouvé des scores de fonction urinaire significativement meilleur 12 mois après la chirurgie robotique (OR : 0,26 ; p=0,016). La qualité de vie et les fonction anales étaient équivalentes (68).

Kim et al rapportent leurs expériences en centre expert Coréen auprès de 518 patients (69). L'état de santé global et la qualité de vie étaient similaires entre les deux groupes. Les patients opérés par voie robot assistée ont décrit une récupération fonctionnelle plus rapide que ceux opérés par voie laparoscopique. A 12 mois il n'y avait pas de différence entre les deux groupes. Une récupération plus rapide sans bénéfice à long terme des résultats fonctionnels après chirurgie robot assistée comparé à la cœlioscopie a également été décrite dans plusieurs études (70–73).

L'essai randomisée COLRAR a évalué les résultats fonctionnels à 2 ans après chirurgie du rectum par cœlioscopie ou par voie robot assistée. Le score d'incontinence anale de Wexner

était identique dans les deux groupes (p=0,450). Le score de dysfonction sexuelle masculine IIEF-5 était significativement plus altéré dans le groupe cœlioscopie (4,6 vs 8,1 ; p=0,010) (60).

## PERSPECTIVES

L'amélioration des résultats fonctionnels après prise en charge d'un adénocarcinome du rectum est plurifactorielle. Outre les progrès technologiques avec le développement de la laparoscopie avec vision en 3 dimensions et le développement de l'approche robotique, le recours à la radiothérapie préopératoire de manière moins systématique sera sûrement un des moyens d'améliorer les résultats fonctionnels à long terme. Les résultats de l'étude prospective randomisée PROSPECT confirment la non-infériorité de FOLFOX par rapport à la radio chimiothérapie CAP50 préopératoire en terme de survie sans récidive et de survie globale. Les fonctions sexuelles masculines et féminines étaient significativement moins altérées dans le groupe FOLFOX à 1 et 2 ans ($p<0.05$) (74). Les premiers résultats de l'étude CONVERT comparant la radio chimiothérapie CAP50 au CAPOX en traitement néo adjuvant pour les patients ayant un adénocarcinome du rectum à moins de 12 cm de la marge anale sont concluant avec une sureté et une efficacité du CAPOX (75). Les résultats à long terme permettront d'évaluer les résultats fonctionnels. L'étude prospective randomisée française NORAD01 - GRECCAR16 est en cours. Les patients ayant un adénocarcinome du moyen ou bas rectum (cT3N0 ou cT1-T3N+ avec une CRM > 2 mm sont randomisés en deux groupes : chimiothérapie néo adjuvante avec FOLFIRINOX ou radio chimiothérapie CAP50. Le critère d'évaluation principal est la survie sans récidive à 3 ans. La qualité de vie et les résultats fonctionnels seront également évalués (76). L'essai en cours GRECCAR 14 évalue la possibilité de désescalade thérapeutique dans le traitement néo adjuvant, avec chirurgie sans radio chimiothérapie après bonne réponse à la chimiothérapie d'induction. Les résultats fonctionnels à long terme seront évalués (77).

Les récents résultats encourageants sur la conservation d'organe après traitement néo adjuvant total (39,78,79) permettront sans doute d'apporter une meilleure qualité de vie aux patients traités pour un adénocarcinome du rectum.

## ARTICLE ORIGINAL

# Comparison of laparoscopic and robotic approach for rectal cancer surgery: short and long-term outcome. Retrospective study between two referral laparoscopic and robotic centers.

## BACKGROUND

Rectal cancer is one of the most common malignancies worldwide, with 732,210 new cases and 339,022 deaths in 2020 (1). Total mesorectal excision (TME) is the gold standard for rectal cancer surgery (80). Precise dissection along the avascular plane is required to achieve good oncological outcomes and preserve pelvic autonomic nervous system function, and the last decade has seen a shift from traditional open surgery to laparoscopic TME (49). However, laparoscopic TME can reduce morbidity compared to open surgery and has been increasingly used (81), but is challenging due to the narrow and confined area of the pelvis. In the context of minimally invasive surgery, the current robotic assisted surgery (RAS) system has the advantages of stable and magnified vision, 3-D view, superior dexterity, precision of movements of the multi-jointed robotic arms and better ergonomics. For these reasons, RAS theoretically has the potential to facilitate sharp dissection and autonomic nerve identification in the narrow pelvic space and pelvic floor, and to provide better clinical, oncological and functional outcomes in rectal surgery. Several studies have supported its safety and efficacy in rectal cancer surgery (52–55,58,82). RAS TME has the potential to be more nerve-sparing through more meticulous dissection and therefore may result in faster recovery, less erectile dysfunction, less low anterior resection syndrome (LARS) or urological complaints, and more restored sexual function in general (69,83). Various reviews have compared traditional outcomes in robotic and laparoscopic rectal surgery. However, studies on postoperative quality of life (QoL) and functional outcomes after laparoscopic or robotic surgery are limited and report conflicting results (54,55,66–72,83–91).

The aim of this study was to compare the short and long-term results of the two approaches between two expert centers in colorectal surgery in terms of oncological outcome, short and long-term outcomes and to evaluate the impact of laparoscopic or robotic surgery for rectal cancer on QoL, functional outcomes and to determine the incidence of these long-term morbidities.

## PATIENTS AND METHODS

### Study population and data collection

Between June 2015 and August 2021, consecutive patients with rectal adenocarcinoma at two tertiary referral colorectal centers in France were retrospectively reviewed from prospectively maintained databases at the University Hospital of Tours and the University Hospital of Orleans. These two colorectal centers were specialized in the minimally invasive approach. All patients were retrospectively included in the study. All procedures were mainly performed by colorectal surgeons. The study includes adult male and female patients aged > 18 years with rectal adenocarcinoma. We classified rectal cancer into 3 groups: lower rectal cancer < 5 cm from the anal verge, middle rectal cancer > 5 and ≤ 10 cm from the anal verge, and upper rectal cancer > 10 cm from the anal verge (5,7). Specific exclusion criteria included open laparotomy, subtotal coloproctectomy with ileoanal anastomosis or missing postoperative data. Data were collected from each patient's medical record and included demographic and clinical parameters, primary tumour characteristics, neoadjuvant treatment, intraoperative and pathological variables (surgical approach, mobilization of the left colon to the splenic flexure, upper or lower left superior colonic artery ligation, type of resection, type of anastomosis and rate of unplanned conversions), as well as short- and long-term oncological and function

### Neoadjuvant treatment

The management of each patient was standardized and determined in a multidisciplinary consultation, according to the results of routine clinical (digital examination, anoscopy) and paraclinical investigations (complete colonoscopy with biopsies, endorectal ultrasound, abdominal and lung computed tomography (CT), high-resolution magnetic resonance imaging). Neoadjuvant treatment was given according to the French guidelines (92).

### Surgical procedures

All patients underwent mechanical bowel preparation prior to surgery (93). The laparoscopic assisted resection (LAR) and robotic assisted resection (RAR) procedures were performed with curative intent. The KARL STORZ® HD system (KARL STORZ Endoskope, Tuttlingen, Germany) and the Da Vinci® Si system or Xi system after 2019 (Intuitive Surgical, Sunnyvale,

CA, United States) were used for LAR and RAR procedures, respectively. All patients underwent endotracheal intubation, general anesthesia and urethral catheterization. The operating table was adjusted to the Trendelenburg position with a declination of 15-30° and the right side with a declination of 10-15°. After insufflation of the pneumoperitoneum at 12 or 13 mmHg, a medial-to-lateral approach was performed with ligation of the inferior mesenteric vein in the lower part of the pancreas, followed by mobilization of the left colon and splenic flexure (the extent of mobilization was left to the surgeon's discretion) and ligation of the inferior mesenteric artery. Preservation of the left colic artery was left to the surgeon's discretion and the distal rectum was transected with a linear stapler (94). The proximal colon was transected approximately 10 cm above the lesion and the specimen was removed laparoscopically through a small abdominal incision. Mechanical colorectal or manual colo-anal anastomoses (side-to-end or end-to-end) were performed depending on the tumour level. Patients with upper rectal cancer underwent partial mesorectal excision with a 5 cm distal margin from the lower edge of the tumour. Patients with middle or lower rectal cancer had a TME, and patients with very low rectal cancer had a total or partial intersphincteric resection (ISR) whenever possible (95,96). Total or partial ISR was performed as follows: intra-abdominal steps were similar in TME. Perineal steps required a Lone Star retractor to fully expose the anal canal. The transection line depended on the tumour level, with a full-thickness circular incision made 1 cm below the tumour. Partial ISR consisted of an incision on the dentate line, removing one third or one half of the internal anal sphincter. Total ISR consisted of an incision 1 or 2 cm below the dentate line, where two thirds or the entire internal anal sphincter was removed. The rectum was closed after the incision and the perineal dissection was joined to the abdominal dissection. The specimen was removed through an abdominal incision or the anus. Manual coloanal anastomosis was then performed. Otherwise, abdominoperineal resection was performed as follows: intra-abdominal steps were similar to TME. Perineal dissection was started with a circular incision around the previously closed anus. The entire anal canal, rectum and sphincters were then removed until the abdominal dissection was joined. The perineal area was then filled with an epiplasty and closed with separate sutures. A definitive colostomy completed the operation. A closed suction drain was left in the pelvic space for 48-72 h. A protective stoma (ileostomy) was routinely created and closed 6-8 weeks postoperatively if CT scan with water-soluble enema showed no anastomotic leakage. In selected patients with upper rectal cancer, a protective stoma could be avoided if no neoadjuvant treatment was performed and intraoperative conditions were favorable (at the discretion of each surgeon).

### Pathology results

Surgical specimens were analyzed according to a standardized protocol. Tumours were staged according to the American Joint Committee of Cancer (AJCC) 8th edition TNM classification (97). Circumferential margins (CRM) were defined as positive (R+) if 1mm or less. Distal margins were defined as positive (R+) if 1 cm or less. Margins were defined as negative (R0) if greater than 1mm or 1cm, respectively. Total or partial mesorectal excision, degree of colloid component, differentiation grade, and presence of vascular, lymphatic, or perinervous emboli were reported in the pathology report.

### Short-term outcomes

Early postoperative outcomes were recorded in the hospital admission report. Postoperative complications were categorized according to the Clavien-Dindo classification (98) and included postoperative ileus, acute urinary retention, hemorrhagic, infectious complications, need for reoperation and anastomotic leakage (AL). AL was defined and graded according to the International Study Group of Rectal Cancer (99). Any clinical (sepsis, peritonitis, emission of gas, pus or faeces from the pelvic drain, purulent discharge from the anus or rectovaginal fistula) and/or biological suspicion of AL led to an early CT scan. Symptomatic management included antibiotics, radiological or transanal drainage and/or early abdominal redo surgery.

### Long-term outcomes

Recurrence-free survival and overall survival were analyzed. Long-term complications (subsequent AL or abscess, stoma dysfunction, ventral incisional or stoma hernia, and anastomotic stenosis) were routinely recorded. Postoperative follow-up included clinical, biochemical and radiological assessments every 3 months for the first postoperative year, then every 6 months for up to 5 years postoperatively, and then every year for up to 10 years of follow-up. Surviving patients were assessed for disease recurrence and site of recurrence. Follow-up data were obtained from medical records and direct patient interviews.

### Functional outcomes

We assessed functional outcome by telephone call or during a hospital consultation. Telephone calls were preferred during the COVID 19 pandemic. Functional scores were collected postoperatively between 2020 and 2022, after a minimum of 1 year postoperatively. The Short Form Questionnaire-36 items (SF36) ((100,101), the Health Questionnaire (EQ-5D-5L) (102,103), the Low Anterior Rectal Resection Score (LARS) (104), the Cleveland Clinic Fecal Incontinence Score (CCFIS) (105), the International Index of Erectile Function (IIEF) (106,107) and the Female Sexual Function Index Scoring (FSFI) (108) are usually collected preoperatively for each patient at the University Hospital of Tours (Table 1). We investigated potential risk factors for functional dysfunction.

**Table 1: functional scores used in the study**

| | | | |
|---|---|---|---|
| SF 36 (100,101) | 36-item Short Form Health Survey | Measure of health-related quality-of-life | Scores for each domain range from 0 to 100, with a higher score defining a more favorable health state. |
| Health Questionnaire (EQ-5D-5L) (102,103)10/10/2023 15:21:00 | Quality-of-life items of The EuroQol Group | Measure of health-related quality-of-life | |
| LARS (104) | Low Anterior Rectal Resection Syndrome | Impact of bowel dysfunction on overall quality of life | |
| CCFIS (105) | Cleveland Clinic Fecal Incontinence Score | Fecal incontinence score | With scores ranging from 0 to 20, with a lower score defining a best fecal continence |
| IIEF (106,107) | International Index of Erectile Function | Assess psychological male sexual function | With scores ranging from 1 to 25 and lower scores indicating greater severity of dysfunction |
| FSFI (108) | Female Sexual Function Index | Analyze 5 factors of sexual function for female : orgasmic function, sexual desire, arousal, lubrification and intercourse satisfaction | With scores ranging from 2 to 36 and higher scores indicating greater function |

### Statistical analysis

Data are presented as medians (min-max or interquartile range) or means (± standard deviations) if the distribution was normal. Differences were compared using Fisher and Chi2 tests for qualitative dichotomous independent samples, Student's t-test for normally distributed metric values, or Mann-Whitney, Kruskal-Wallis and Anova tests for quantitative non-normally distributed variables, as appropriate. A P value < 0.05 was considered statistically significant. Statistical analysis was performed using www.pvalue.io (Medistica. Roubaix, FR). Propensity score matching (PSM) using nearest-neighbor method was used to match each patient treated between laparoscopic and robotic group. PSM model was generated using tumor location (i.e., upper, middle, or lower rectum) and tumor extent (i.e., T stage). Clinical data were analyzed according to the current regulations, based on the presumption of non-objection for non-interventional studies (Jardé Law Article L1121-4, modified by Ordinance No. 2016-800 of 16 June 2016 - Art. 1). Patient data were collected in accordance with the French National Commission on Data Processing and Freedom (Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL))

## RESULTS

### Demographic, staging and preoperative treatment (Table 2)

Between June 2015 and August 2021, 197 patients with rectal cancer were surgically treated and retrospectively included, of whom 137 (70%) underwent LAR and 60 (30%) underwent RAR. Baseline characteristics and preoperative parameters are shown in Table 2. Most variables were well balanced between the groups except for Eastern Cooperative Oncology Group ECOG performance status, American Society of Anesthesiologists ASA score, Active Tabaco and Charlson score. Patients in the LAR group appeared to have fewer comorbidities.
There were more male patients (sex ratio: 141/56) with a median age of 68 years (28-90). 3/4 of the patients included had a lesion in the middle or lower rectum (less than or equal to 10 cm from the anal margin). More patients with very low tumors locations (21% vs 17%; p=0.466) were assigned to the LAR group. At diagnosis, rectal tumors were predominantly T3 (65%). TNM stage was comparable in both groups, with no statistically significant difference. Liver metastases were diagnosed in one in ten patients.
Overall, 71% of patients received neoadjuvant treatment, with no differences between the two groups. Of these, 85% received radiotherapy, 14% received radiotherapy alone and 1% received chemotherapy alone. More patients in the LAR group received preoperative radiotherapy alone (18% vs 5%; p=0.036), mainly with the short-course protocol (11 of 17 patients).

### Intra-operative parameters (Table 3)

137 (70%) patients underwent laparoscopic surgery, while 60 (30%) underwent robot-assisted resection. In terms of intraoperative parameters, conversion to laparotomy occurred in 19% of patients overall, with no significant difference between the two groups. Low inferior mesenteric artery ligation was performed more often in the LAR group (69% vs 17%; p< 0.001). In contrast, complete dissection of the left colic angle was less systematically performed in the LAR group (76% vs 95%; p=0.001).
More ISR were performed in the LAR group (17% vs 3%; p=0.009). There was no difference in the number of anastomoses (80% in both groups) and the first-line final colostomy: abdominoperineal resections or low Hartmann procedure (20% in both groups).
There was a difference in anastomosis technique: we found more manual anastomosis (22% vs 6%; p=0.020) and less end-to-end anastomosis (47% vs 79%; p<0.001) in the LAR group. More

pouch and suture coloanal anastomoses were performed in the LAR group (23% vs 6%; p=0.012). The same rate of protective ileostomy (75% vs 71%; p=0.563) was observed in both groups.

### Pathology results (Table 4)

Pathological tumour stage and tumour size were similar between groups. Rectal tumours were predominantly T3 (44%) and N0 (73%). The TME completeness rate was not different, 88% and 94% p=0.222 for the LAR and RAR groups, respectively. The number of retrieved lymph nodes and positive circumferential margin differed in the two groups: in the LAR group we noted more retrieved lymph nodes (28 IQR: 19-37 vs 11 IQR: 7-21; p<0.001). The rate of CRM positive was higher in the LAR group (13% vs 2%; p=0.009).
The pathology results were analyzed after PSM. The CRM-positive rate was not different between LAR and RAR groups (10% vs 1,7%; p=0.114).

### Post-operative outcomes (Table 5)

Length of stay was 12 days in both groups. The length of stay in intensive care was zero days in the LAR group and 3 days in the RAR group (p<0.001). Length of urinary catheter and hospital stay were similar between groups. The overall complication rate was 59%, 60% in the LAR group and 57% in the RAR group. The rate of major complications (Clavien-Dindo grade > II) was lower in the LAR group (14% vs 17%) but the difference was not significant (p=0.601). The most common complications were paralytic ileus in 21% of patients and sepsis in 18% of patients (peritonitis or pelvic abscess). Bleeding occurred in 3% of patients in each group. The rate of anastomotic fistula did not differ between surgical procedures: 9% vs 13%; p=0.421 in the LAR and RAR groups. The rate of early re-intervention within the first 30 days was 10% in the LAR group vs 3% in the RAR group (p=0.155). There was one death within 30 days of surgery, 0 in the LAR group and 1 in the RAR group.
Post-operative outcomes were analyzed after PSM. There was no difference between the two groups for all parameters except the mean length of stay in intensive care.

**Table 2: Comparison of demographic, staging and preoperative treatment between robotic and laparoscopic rectal resection group**

| | Laparoscopic assisted resection | Robotic assisted resection | Overall population | P value |
|---|---|---|---|---|
| N (%) | 137 (70) | 60 (30) | 197 | - |
| Sex Ratio (male/female) | 96 /41 | 45/15 | 141/56 | 0.48 |
| Age (years), median (min-max) | 68.0 (28 ; 90) | 67.0 (36 ; 83) | 68.0 (28 ; 90) | 0.44 |
| BMI (kg/m2), median (min-max) | 26.0 (18 ; 43) | 26.0 (17 ; 33) | 26.0 (17 ; 43) | 0.2 |
| ECOG performance status 0, n (%) | 108 (79) | 38 (64) | 146 (74) | **0.049** |
| ECOG performance status I, n (%) | 27 (20) | 20 (33) | 47 (24) | |
| ECOG performance status II, n (%) | 2 (1.5) | 2 (3) | 4 (2) | |
| ASA score I, n (%) | 28 (20) | 5 (8) | 33 (17) | **<0.001** |
| ASA score II, n (%) | 70 (51) | 21 (35) | 91 (46) | |
| ASA score III, n (%) | 38 (28) | 30 (50) | 68 (35) | |
| ASA score IV, n (%) | 1 (1) | 4 (7) | 5 (2) | |
| Diabetes, n (%) | 26 (19) | 11 (18) | 37 (19) | 0.915 |
| Active tabaco, n (%) | 35 (26) | 28 (47) | 63 (32) | **0.003** |
| Arterial hypertension, n (%) | 68 (50) | 25 (42) | 93 (47) | 0.303 |
| Previous laparotomy, n (%) | 17 (12) | 10 (17) | 27 (14) | 0.424 |
| Charlson score, median (min-max) | 4 (0 ; 13) | 6 (0 ; 14) | 4 (0 ; 14) | **<0.001** |
| Rectal adenocarcinoma location, n (%) | | | | |
| - Upper (> 10cm) | 37 (27) | 12 (20) | 49 (25) | 0.295 |
| - Mid (>5-10 cm) | 49 (36) | 26 (43) | 75 (38) | 0.314 |
| - Low (1-5 cm) | 51 (37) | 22 (37) | 73 (37) | 0.940 |
| - Very low (≤ 3cm) | 29 (21) | 10 (17) | 39 (20) | 0.466 |
| Distance from anal verge (cm), median (min-max) | 7.0 (1 ; 20) | 8.0 (1 ; 20) | 7.0 (1 ; 20) | 0.510 |
| Tumour size (mm), median (min-max) | 40 (10 ; 120) | 50 (17 ; 100) | 40 (10 ; 120) | 0.210 |
| TNM stage, n (%) | | | | |
| - T1 | 15 (11) | 7 (12) | 22 (11) | 0.574 |
| - T2 | 22 (16) | 14 (23) | 36 (18) | |
| - T3 | 93 (68) | 35 (58) | 128 (65) | |
| - T4 | 7 (5) | 4 (7) | 11 (6) | |
| - N0 | 67 (49) | 21 (35) | 88 (45) | 0.079 |
| - N1 | 66 (48) | 34 (57) | 100 (51) | |
| - N2 | 4 (3) | 5 (8) | 9 (4) | |
| Liver metastasis, n (%) | 12 (9) | 7 (12) | 19 (10) | 0.525 |
| Neoadjuvant treatment, n (%) | 96 (70) | 44 (73) | 140 (71) | 0.642 |
| - Radio-chemotherapy, n (%) | 78/96 (81) | 41/44 (93) | 119/140 (85) | 0.078 |
| - Radiotherapy alone, n (%) | 17/96 (18) | 2/44 (5) | 19/140 (14) | **0.036** |
| -- Long-course radiotherapy*, n (%) | 6/17 (35) | 1/2 (50) | 7/19 (37) | **0.001** |
| -- Short-course radiotherapy*, n (%) | 11/17 (65) | 1/2 (50) | 12/19 (63) | |
| - Chemotherapy alone, n (%) | 1/96 (1) | 1/44 (2) | 2 /140 (1) | 0.531 |
| Delay (weeks) before surgery, median (min-max) | 8.0 (1 ; 30) | 7.5 (5 ; 10) | 8.0 (1 ; 30) | 0.316 |

* Without chemotherapy

Body Mass Index (BMI), American Society of Anesthesiologists (ASA), Eastern Cooperative Oncology Group (ECOG)

**<u>Table 3:</u> Comparison of surgery procedure between robotic and laparoscopic rectal resection group**

| | Laparoscopic assisted resection | Robotic assisted resection | Overall population | P value |
|---|---|---|---|---|
| Number of procedures, n | 137 | 60 | 197 | - |
| Conversion to laparotomy, n (%) | 30 (22) | 8 (13) | 38 (19) | 0.161 |
| Low inferior Mesenteric Artery ligation*, n (%) | 94 (69) | 10 (17) | 104 (53) | **<0.001** |
| Complete dissection of the left colonic angle, n (%) | 104 (76) | 57 (95) | 161 (82) | **0.001** |
| Complete TME, n (%) | 107 (78) | 51 (85) | 158 (80) | 0.263 |
| Partial TME, n (%) | 30 (22) | 9 (15) | 39 (20) | |
| - Intersphincteric resection (ISR), n (%) | 23 (17) | 2 (3) | 25 (13) | **0.009** |
| -- Total ISR, n (%) | 15/23 (65) | 1/2 (50) | 16 (64) | 1 |
| -- Partial ISR, n (%) | 8/23 (35) | 1/2 (50) | 9 (36) | |
| - Abdominoperineal amputation, n (%) | 26 (19) | 7 (12) | 33 (17) | 0.206 |
| Anastomosis, n (%) | 109 (80) | 48 (80) | 157 (80) | 0.944 |
| Rectal anastomosis technique, n (%) | | | | |
| - Mechanical (stapled), n (%) | 85/109 (78) | 45/48 (94%) | 130/157 (83) | **0.020** |
| - Manual, n (%) | 24/109 (22) | 3/48 (6) | 27/157 (17) | |
| - Side-to-end anastomosis, n (%) | 58/109 (53) | 10/48 (21) | 68/157 (43) | **<0.001** |
| - End-to-end anastomosis, n (%) | 51/109 (47) | 38/48 (79) | 89/157 (57) | |
| - Colorectal anastomosis, n (%) | 47/109 (43) | 33/48 (69) | 80/157 (51) | **0.007** |
| - Colosusanal anastomosis, n (%) | 35/109 (32) | 11/48 (23) | 49/157 (31) | |
| - Coloanal anastomosis, n (%) | 27/109 (25) | 4/48 (8) | 31/157 (20) | |
| Pouch and-sewn coloanal anastomosis, n (%) | 25/109 (23) | 3/48 (6) | 28/157 (18) | **0.012** |
| Protective ileostomy, n (%) | 82/109 (75) | 34/48 (71) | 116/157 (74) | 0.563 |
| First-line end colostomy, n (%) | 28 (20) | 12 (20) | 40 (20) | 0.944 |
| - Low Hartmann procedures, n (%) | 2/28 (7) | 5/12 (42) | 7/40 (18) | **0.017** |
| - Abdominoperineal amputation, n (%) | 26/28 (93) | 7/12 (58) | 33/40 (82) | |

* Preservation of the left colic artery

**<u>Table 4:</u> Comparison of pathological result between robotic and laparoscopic rectal resection group**

| | Laparoscopic assisted resection | Robotic assisted resection | Overall population | P value |
|---|---|---|---|---|
| N (%) | 137 (70) | 60 (30) | 197 | - |
| Tumor size, median (IQR) | 25.0 [18.0; 40.0] | 25.0 [20.0; 35.8] | 25.0 [20.0; 40.0] | 0.88 |
| T stage, n (%) | | | | |
| - T0, n (%) | 20 (15) | 18 (30) | 38 (20) | 0.140 |
| - T1, n (%) | 18 (13) | 6 (10) | 24 (12) | |
| - T2, n (%) | 29 (21) | 11 (18) | 40 (20) | |
| - T3, n (%) | 65 (47) | 22 (37) | 87 (44) | |
| - T4, n (%) | 5 (4) | 3 (5) | 8 (4) | |
| N stage, n (%) | | | | |
| - N0 , n (%) | 97 (71) | 47 (78) | 144 (73) | 0.509 |
| - N1, n (%) | 30 (22) | 9 (15) | 39 (20) | |
| - N2, n (%) | 10 (7) | 4 (7) | 14 (7) | |
| Vascular invasion, n (%) | 30 (22) | 14 (27) | 44 (23) | 0.824 |
| Lymphatic invasion, n (%) | 10 (7.4) | 10 (20) | 20 (11) | **0.045** |
| Perineural infiltration , n (%) | 24 (18) | 7 (14) | 31 (17) | 0.299 |
| Lymph nodes, median (IQR) | 28.0 [19.0; 37.0] | 11.0 [7.00; 21.0] | 23.0 [14.0; 33.0] | **<0.001** |
| BRAF muté | 2 (1) | 2 (3) | 4 (2) | 0.587 |
| KRAS muté | 33 (24) | 8 (13) | 41 (21) | 0.126 |
| Resection margins, n (%) | | | | |
| Positive circumferential margin, n (%) | 18 (13) | 1 (2) | 19 (10) | **0.009** |
| Positive distal margin, n (%) | 13 (9) | 4 (7) | 17 (9) | 0.594 |
| | | | | |
| Total mesorectal excision (TME), n | 107 | 51 | 158 | - |
| Complete TME, n (%) | 94/107 (88) | 48/51 (94) | 142/158 (89) | 0.222 |
| | | | | |
| Pathological response, n | 95 | 43 | 138 | - |
| - Absent, n (%) | 7/95 (7) | 2/43 (5) | 9/138 (7) | 0.087 |
| - Partial, n (%) | 78/95 (82) | 30/43 (70) | 108/138 (78) | |
| - Complete, n (%) | 10/95 (11) | 11/43 (25) | 21/138 (15) | |
| | | | | |
| Differentiation, n | 118 | 44 | 162 | - |
| - Weell differentiated, n (%) | 19/118 (16) | 20/44 (45) | 39/162 (24) | **<0.001** |
| - Moderately differentiated, n (%) | 89/118 (75) | 20/44 (45) | 109/162 (67) | |
| - Poorly differentiated, n (%) | 10/118 (9) | 4/44(10) | 14/162 (9) | |

**<u>Table 5:</u> Comparison of short outcome between robotic and laparoscopic rectal resection group**

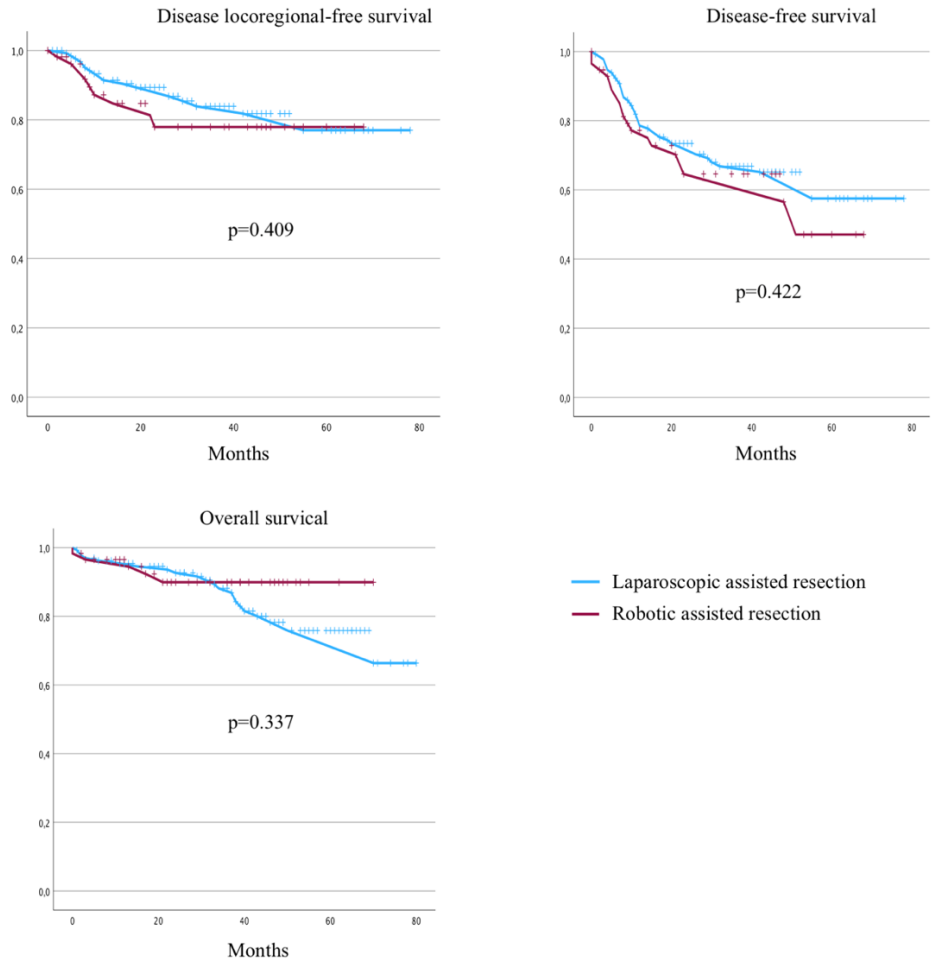
| | Laparoscopic assisted resection | Robotic assisted resection | Overall population | P value |
|---|---|---|---|---|
| N (%) | 137 (70) | 60 (30) | 197 | - |
| Length of stay (days), median (min-max) | 12 (5 ; 58) | 12 (4 ; 32) | 12 (4 ; 58) | 0.760 |
| Length of stay in intensive or continuous care (days), median (min-max) | 0 (0 ; 16) | 3 (0 ; 17) | 0 (0 ; 17) | **<0.001** |
| Bladder catheter (days), median (min-max) | 4.00 (0 ; 41) | 5.00 (1 ; 123) | 4.00 (0 ; 123) | 0.147 |
| Complications, n (%) | 82 (60) | 34 (57) | 116 (59) | 0.676 |
| Clavien > I, n (%) | 69 (50) | 27 (45) | 96 (49) | 0.488 |
| Clavien > II, n (%) | 19 (14) | 10 (17) | 29 (15) | 0.601 |
| Sepsis*, n (%) | 28 (20) | 7 (12) | 35 (18) | 0.138 |
| Bleeding, n (%) | 4 (3) | 2 (3) | 6 (3) | 1 |
| Ileus, n (%) | 28 (20) | 13 (22) | 41 (21) | 0.845 |
| Urinary retention, n (%) | 17 (12) | 5 (8) | 22 (11) | 0.133 |
| Anastomotic leakage, n (%) | 13 (9) | 8 (13) | 21 (11) | 0.421 |
| Early reoperation (< 30 days), n (%) | 14 (10) | 2 (3) | 16 (8) | 0.155 |
| Early mortality (< 30 days), n (%) | 0 (0) | 1 (1.7) | 1 (1) | 0.305 |

* peritonitis / pelvic abscess

### Late postoperative and survival outcomes (Table 6, Figure 8)

The mean follow-up was 35 months (SD 20). Late postoperative outcomes including late complications (stenosis, hernia, bowel obstruction), late anastomotic fistula, delay, rate and complications of protective ileostomy reversal were similar between groups.

The rate of recurrence was not different between the two groups (31% vs 32%), with 80% of cases of distant recurrence and a median delay of 10 months IQR 6 - 19. Overall survival at 3 and 5 years as well as locoregional and disease-free survival at 3 and 5 years were similar in both groups (Figure 8). Late post-operative and survival outcomes were analyzed after propensity score matching. There was no difference between the two groups for all parameters.




**<u>Figure 8:</u> Comparison of survival between robotic and laparoscopic rectal resection group. A: Disease locoregional-free survival, B: Disease-free survival, C: Overall survival**

**<u>Table 6:</u> Comparison of late postoperative outcomes between robotic and laparoscopic rectal resection group**

| | Laparoscopic assisted resection | Robotic assisted resection | Overall population | P value |
|---|---|---|---|---|
| N (%) | 137 (70) | 60 (30) | 197 | - |
| Initial protective ileostomy reversal, n (%/protective ileostomy) | 75/82 (91) | 31/34 (91) | 106/116 (91) | 0.960 |
| Days before stoma reversal (weeks), median (IQR) | 19 [12 ; 37] | 21 [13 ; 38] | 19 [12 ; 38] | 0.758 |
| Complications stoma reverse, n (%/stoma reversal) | 11/75 (15) | 7/31 (23) | 18/106 (17) | 0.395 |
| Late complications, n (%) | 55 (40) | 20 (33) | 75 (38) | 0.365 |
| - Stenosis, n (%/anastomosis) | 11 (10) | 3 (5) | 14 (9) | 0.553 |
| - Hernia, n (%) | 9 (7) | 4 (7) | 13 (7) | 1 |
| - Occlusion, n (%) | 7 (5) | 7 (12) | 14 (10) | 0.099 |
| - Late anastomotic leakage, n (%) | 15 (11) | 3 (5) | 18 (9) | 0.282 |
| - Other*, n (%) | 26 (19) | 6 (10) | 32 (16) | 0.116 |
| | | | | |
| Permanent stoma, n (%) | 44 (32) | 16 (27) | 60 (30) | 0.444 |
| - Permanent colostomy, n (%) | 37/44 (84) | 13/16 (81) | 50/60 (83) | 0.068 |
| -- First-line end colostomy, n (%) | 28/37 (76) | 12/13 (92) | 40/50 (80) | 0.197 |
| -- Second-line end colostomy, n (%) | 9/37 (24) | 1/13 (8) | 10/50 (20) | |
| - No initial protective ileostomy reversal, n (%) | 7/44 (16) | 3/16 (19) | 10/60 (17) | 0.068 |
| | | | | |
| Oncological results | | | | |
| Adjuvant chemotherapy, n (%) | 41 (30) | 18 (30) | 59 (30) | 0.992 |
| Recurrence, n (%) | 43 (31) | 19 (32) | 62 (31) | 0.969 |
| - Local, n (%) | 18 (13) | 9 (15) | 27 (14) | 0.727 |
| - Distance, n (%) | 36 (26) | 13 (22) | 49 (25) | 0.491 |
| Time to recurrence (month), median (IQR) | 11 [7 ; 18.5] | 8 [5 ; 19.5] | 10 [6 ; 19] | 0.395 |
| Follow up (months), mean (SD) | 37 (20) | 30 (19) | 35 (20) | **0.023** |
| Overall survival at 3 years | 128 (93) | 55 (92) | 183 (93) | 0.657 |
| Overall survival at 5 years | 124 (91) | 55 (92) | 179 (91) | 0.796 |
| Disease locoregional free survival at 3 years | 128 (93) | 51 (85) | 179 (91) | 0.059 |
| Disease locoregional free survival at 5 years | 125 (91) | 51 (85) | 176 (89) | 0.191 |
| Disease free survival at 3 years | 98 (72) | 43 (72) | 141 (67) | 0.985 |
| Disease free survival at 5 years | 94 (69) | 41 (68) | 135 (60) | 0.969 |

* wound infection, prolapse stomia, renal insufficiency on stoma hyperflow, late pelvic abscess, cardiovascular morbidity, colonic ischaemia, urinary tract infection.

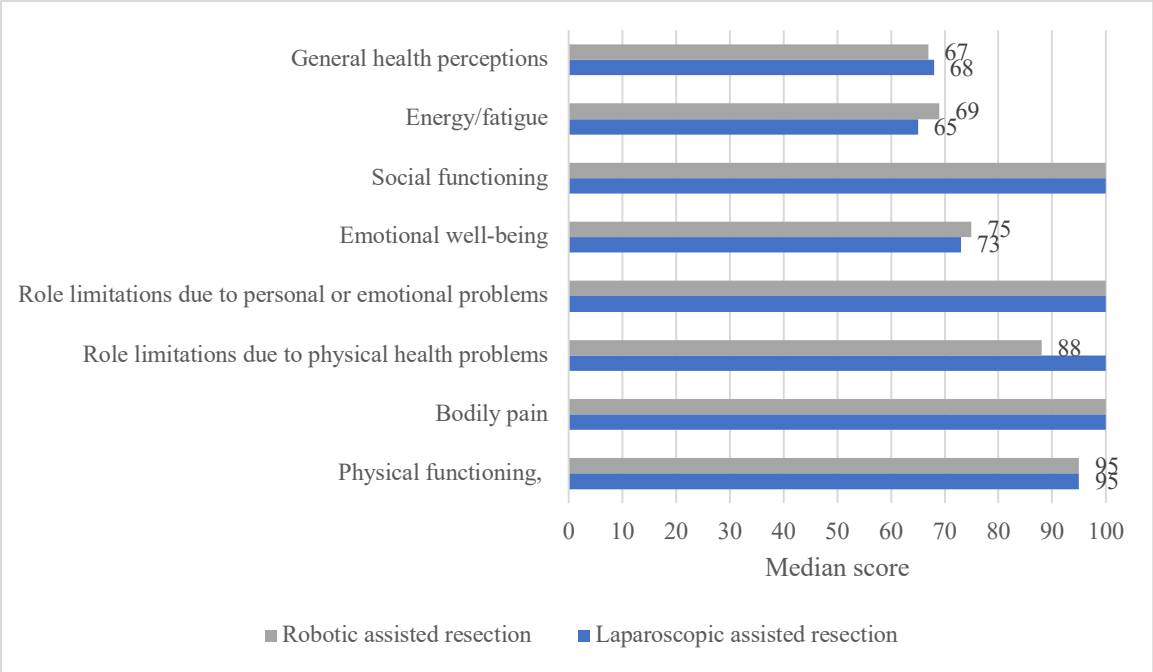
### Functional Outcomes (Table 6 to 12, Figure 9 to 13)

The rate of permanent ostomy at a mean follow-up of 35 months was 30%, 32% in the LAR group and 27% in the RAR group (p=0.444).

Quality of life was measured by the 36-item Short Form Health and Health Questionnaire EQ-5D-5L. At a mean follow-up of 39 months (SD 18), the 36-item Short Form Health were similar between groups (Table 7, Figure 9). The 36-item Short Form Health were analyzed after PSM. There was no difference between the two groups for all parameters.

**Table 7: Comparison of 36-item Short Form Health at least one year between robotic and laparoscopic rectal resection group**

| | Laparoscopic assisted resection | Robotic assisted resection | Overall population | P value |
|---|---|---|---|---|
| N (%) | 70 (51) | 44 (73) | 114 (58) | - |
| Follow up (months), mean (SD) | 38 (18) | 41 (17) | 39 (18) | 0.45 |
| Physical functioning, median (IQR) | 95.0 [80.0; 100] | 95.0 [87.5; 100] | 95.0 [80.0; 100] | 0.74 |
| Bodily pain, median (IQR) | 100 [70.0; 100] | 100 [70.0; 100] | 100 [70.0; 100] | 0.95 |
| Role limitations due to physical health problems, median (IQR) | 100 [25.0; 100] | 87.5 [18.8; 100] | 100 [25.0; 100] | 0.58 |
| Role limitations due to personal or emotional problems, median (IQR) | 100 [66.7; 100] | 100 [100; 100] | 100 [100; 100] | 0.38 |
| Emotional well-being, mean (SD) | 72.9 (17.4) | 74.7 (16.1) | 73.6 (16.8) | 0.56 |
| Social functioning, median (IQR) | 100 [62.5; 100] | 100 [59.4; 100] | 100 [62.5; 100] | 0.95 |
| Energy/fatigue, mean (SD) | 65.4 (19.8) | 68.5 (17.7) | 66.6 (19.0) | 0.38 |
| General health perceptions, mean (SD) | 67.6 (18.2) | 66.6 (18.9) | 67.2 (18.4) | 0.79 |



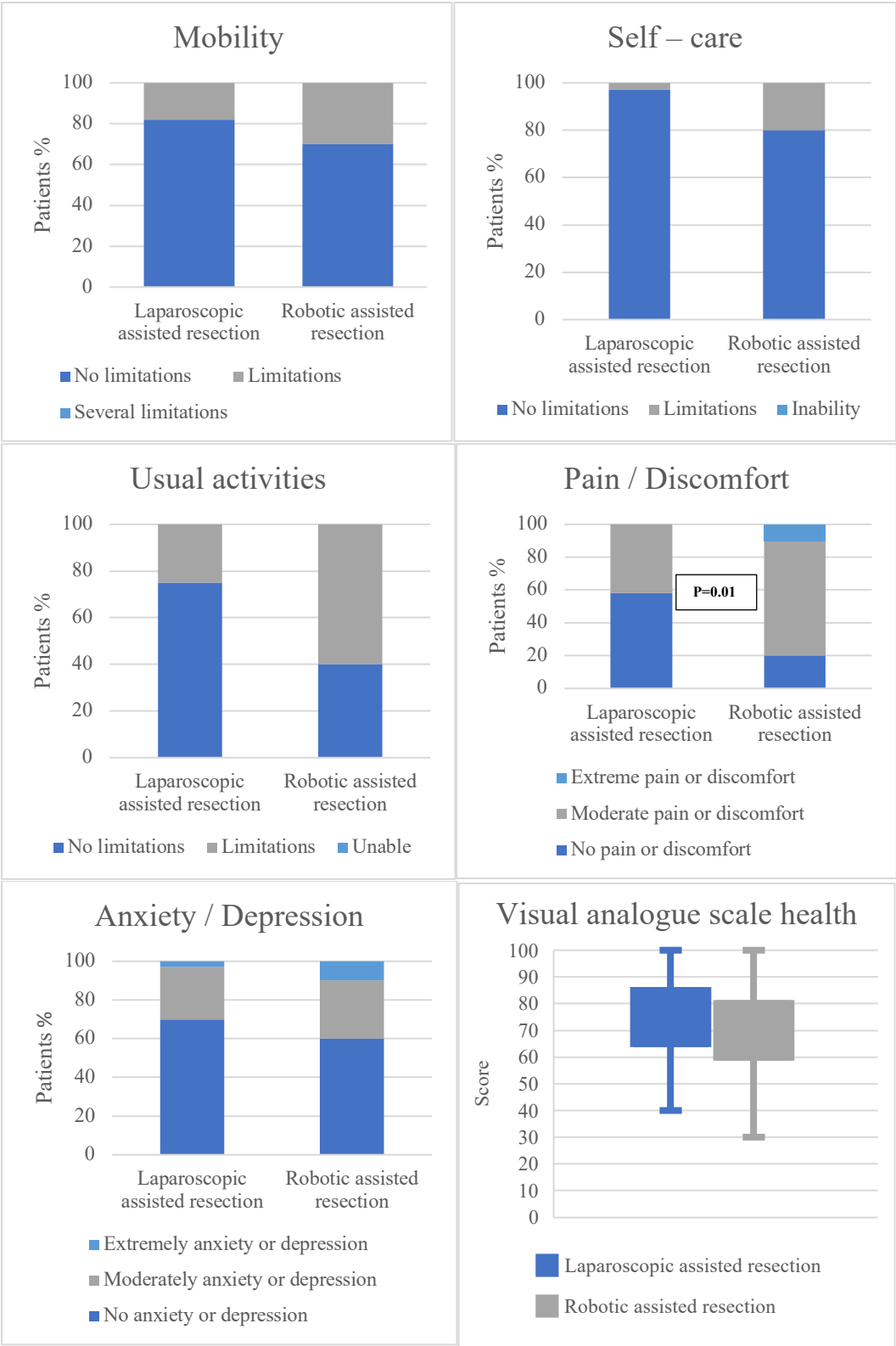

**<u>Figure 9:</u> 36-item Short Form Health at least one year**

Regarding the Health Questionnaire (EQ-5D-5L), patients in the LAR group rated their health as 80 IQR 68-85 and those in the RAR group as 70 IQR 65-80 on a visual analogue scale from 0 to 100, with no significant difference. However, patients in the LAR group reported less pain or discomfort: 58% in the LAR group and 20% in the RAR group reported no pain or discomfort (p=0.013) (Table 8, Figure 10).

**<u>Table 8:</u> Comparison of Health Questionnaire (EQ-5D-5L) at least one year between robotic and laparoscopic rectal resection group**

| | Laparoscopic assisted resection | Robotic assisted resection | Overall population | P value |
|---|---|---|---|---|
| N (%) | 67 (49) | 10 (17) | 77 (39) | - |
| Follow up (months), mean (SD) | 38 (18) | 41 (17) | 39 (18) | 0.45 |
| Visual analogue scale health*, median (IQR) | 80.0 [67.5; 85.0] | 70.0 [65.0; 80.0] | 80.0 [66.2; 85.0] | 0.33 |
| Mobility | | | | |
| No limitations, n (%) | 55 (82) | 7 (70) | 62 (81) | 0.399 |
| Limitations, n (%) | 12 (18) | 3 (30) | 15 (19) | |
| Several limitations**, n (%) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | |
| Self – care | | | | |
| No limitations, n (%) | 65 (97) | 8 (80) | 73 (95) | 0.080 |
| Limitations, n (%) | 2 (3%) | 2 (20) | 4 (5.2) | |
| Inability, n (%) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | |
| Usual activities*** | | | | |
| No limitations, n (%) | 50 (75) | 4 (40) | 54 (70) | 0.057 |
| Limitations, n (%) | 17 (25) | 6 (60) | 23 (30) | |
| Unable, n (%) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | |
| Pain / Discomfort | | | | |
| No pain or discomfort, n (%) | 39 (58) | 2 (20) | 41 (53) | **0.013** |
| Moderate pain or discomfort, n (%) | 28 (42) | 7 (70) | 35 (45) | |
| Extreme pain or discomfort, n (%) | 0 (0) | 1 (10) | 1 (2) | |
| Anxiety / depression | | | | |
| No anxiety or depression, n (%) | 47 (70) | 6 (60) | 53 (69) | 0.345 |
| Moderately anxiety or depression, n (%) | 18 (27) | 3 (30) | 21 (27) | |
| Extremely anxiety or depression, n (%) | 2 (3) | 1 (10) | 3 (4) | |

* Scale numbered from 0 to 100, 100 means best imagined health, 0 means worst imagined health.
** Bed rest.
*** e.g. work, study, housework, family or leisure activities.




**<u>Figure 10:</u> Health Questionnaire (EQ-5D-5L) at least one years**

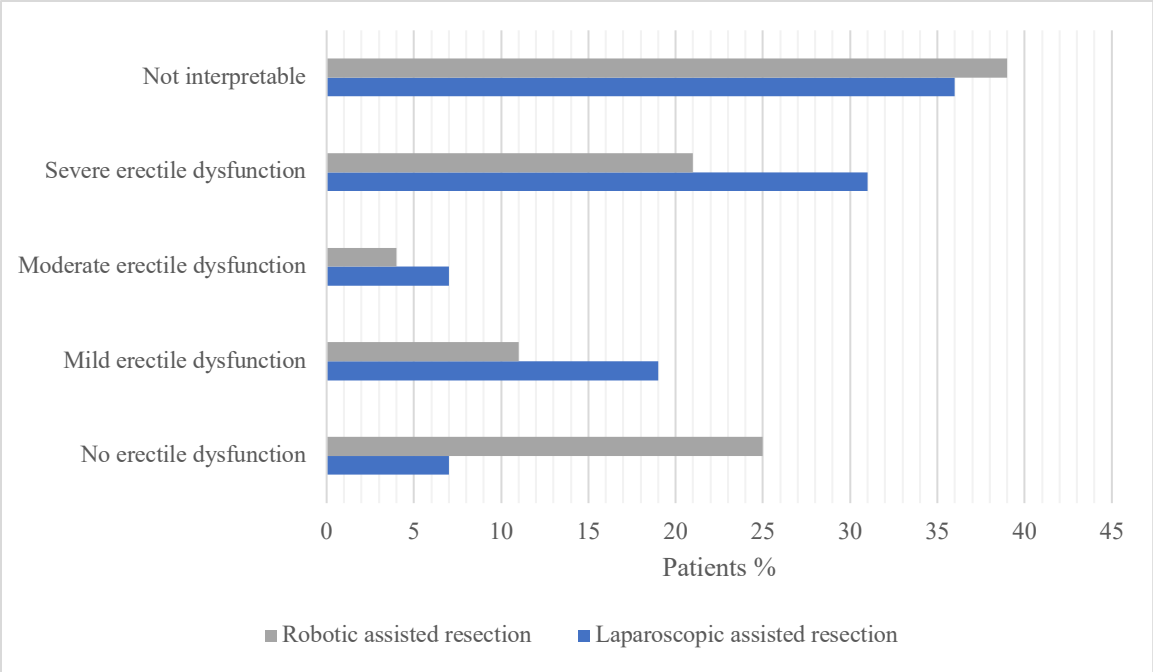
Male sexual function was measured using the IIEF-5 score, with higher scores indicating better function. Most patients had severe erectile dysfunction at a median follow-up of over three years with no statistically significant difference between the two groups (Table 9, Figure 11). Female sexual function was measured using the FSFI score (Table 10).

**Table 9: Comparison of International Index of Erectile Function (IIEF-5) at least one year between robotic and laparoscopic rectal resection group**

| | Laparoscopic assisted resection | Robotic assisted resection | Overall population | P value |
|---|---|---|---|---|
| N (%/male) | 42 (44) | 28 (62%) | 70 (50) | - |
| Follow up (months), median (IQR) | 39.5 [26.2; 50.8] | 38.5 [26.0; 56.5] | 39.0 [26.2; 51.0] | 0.56 |
| No erectile dysfunction, n (%) | 3 (7) | 7 (25) | 10 (14) | 0.263 |
| Mild erectile dysfunction, n (%) | 8 (19) | 3 (11) | 11 (16) | |
| Moderate erectile dysfunction, n (%) | 3 (7) | 1 (4) | 4 (6) | |
| Severe erectile dysfunction, n (%) | 13 (31) | 6 (21) | 19 (27) | |
| Not interpretable, n (%) | 15 (36) | 11 (39) | 26 (37) | |

**Table 10: Female Sexual Function Index (FSFI) at least one year after laparoscopic rectal resection**

| | Laparoscopic assisted resection | Minimum - Maximum score |
|---|---|---|
| N (%/female) | 8 (20) | - |
| Desire, median (IQR) | 3.60 [3.0; 3.0] | 1.2 to 6 |
| Arousal , median (IQR) | 2.60 [0; 4.6] | 0 to 6 |
| Lubrication, median (IQR) | 1.05 [0; 4.1] | 0 to 6 |
| Orgasm, median (IQR) | 4.20 [0; 5.3] | 0 to 6 |
| Satisfaction, median (IQR) | 2.60 [2.00; 5.7] | 2 to 6 |
| Pain, median (IQR) | 2.40 [0; 5.4] | 0 to 6 |
| Full Scale Score Range, median (IQR) | 17.65 [4.2; 28.8] | 2 to 36 |




**<u>Figure 11:</u> International Index of Erectile Function (IIEF-5) at least one year**

The Cleveland Clinic Florida Fecal Incontinence Score, which assesses anal sphincter function, was administered after an average follow-up of more than 3 years (Table 11, Figure 12). A higher score indicates worse symptoms. One in two patients has no or mild anal incontinence. The median score in the LAR group is 4 IQR 0-7, in the RAR group it is 6 IQR 3-12. 3 patients reported severe fecal incontinence, 0 in the LAR group and 3 in the RAR group (p=0.046).

**Table 11: Comparison of Cleveland Clinic Florida Fecal Incontinence Score at least one year between robotic and laparoscopic rectal resection group**

| | Laparoscopic assisted resection | Robotic assisted resection | Overall population | P value |
|---|---|---|---|---|
| N / patient with anastomosis (%) | 59/109 (54) | 34/48 (71) | 93/157 (59) | - |
| Follow up (months), mean (SD) | 39.6 (19.4) | 42.0 (17.3) | 40.5 (18.6) | 0.53 |
| Score, median (IQR) | 4.00 [0; 7.00] | 6.00 [3.00; 11.8] | 5.00 [3.00; 16.0] | **0.043** |
| Severe fecal Incontinence (range score 17-20), n (%) | 0 (0) | 3 (9) | 3 (3) | **0.046** |
| Significant fecal Incontinence (range score 10-16), n (%) | 11 (19) | 9 (26) | 20 (22) | 0.436 |
| Moderate fecal Incontinence (range score 5-9), n (%) | 17 (29) | 6 (18) | 23 (25) | 0.319 |
| Mild fecal Incontinence (range score 0-4), n (%) | 31 (52) | 16 (47) | 47 (50) | 0.670 |

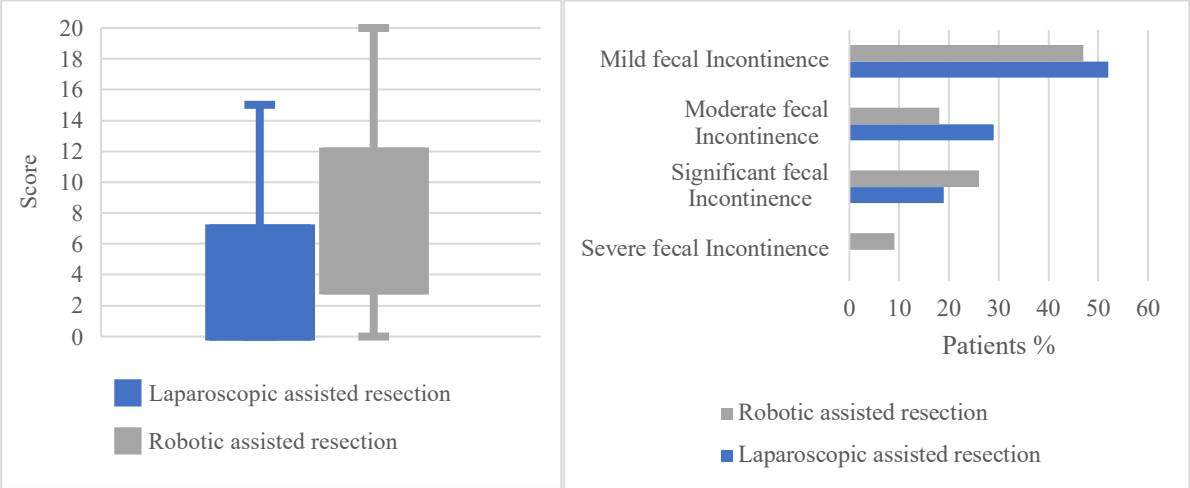



**Figure 12: Cleveland Clinic Florida Fecal Incontinence Score at least one year**

Similarly, the Low Anterior Resection Syndrome score was better in the LAR group (22 R 15-32 vs 30 IQR 22-37; p=0.021) (Table 12, Figure 13). Almost half of all patients (46%) in the LAR group have no LARS syndrome compared to a quarter in the RAR group (p=0.030). The rate of severe LARS syndrome was lower in the LAR group (32% vs. 52%), but again the difference was not significant (p=0.051). After PSM, the median LARS score remained significantly lower in the LAR group (20 vs 30 ; p=0.009)

**Table 12: Comparison of Low Anterior Resection Syndrome Score (LARS) at least one year between robotic and laparoscopic rectal resection group**

| | Laparoscopic assisted resection | Robotic assisted resection | Overall population | P value |
|---|---|---|---|---|
| N / patient with anastomosis (%) | 56/109 (51) | 34/48 (71) | 90/157 (57) | - |
| Follow up (months), mean (SD) | 39.6 (19.4) | 42.0 (17.3) | 40.5 (18.6) | 0.53 |
| Score, median (IQR) | 21.5 [14.5 ; 32.25] | 30 [21.5 ; 36.75] | 26 [16 ; 36] | **0.021** |
| No LARS, n (%) | 26 (46) | 8 (24) | 34 (38) | **0.030** |
| Minor LARS, n (%) | 12 (22) | 8 (24) | 20 (22) | 0.816 |
| Major LARS, n (%) | 18 (32) | 18 (52) | 36 (40) | 0.051 |

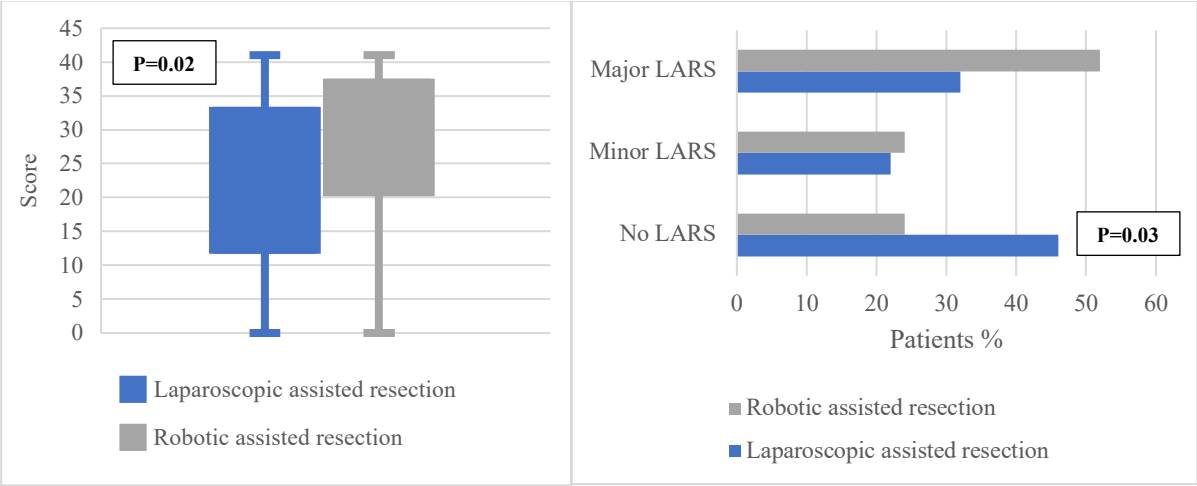



**Figure 13: Low Anterior Resection Syndrome Score (LARS) at least one year**

## DISCUSSION

In this retrospective study, we performed a comparative analysis of LAR and RAR in patients undergoing curative rectal resection for adenocarcinoma. Short- and long-term morbidity, functional and oncological outcomes were analyzed in this homogeneous population. The oncological and short- and long-term morbidity results we report confirm the safety of robotic rectal resection for adenocarcinoma without an increase in serious morbidity. In our study, the expected benefit of the robotic approach on functional outcomes was not observed.

In our experience, the oncological results are consistent with those reported in the literature (49,54). The complete TME rate was 89%, 88% in the LAR group and 94% in the RAR group, with no significant difference between the two groups. Regarding the resection margins, the rate of positive circumferential margin was 10% in our study, 13% after LAR and 2% after RAR. Pierre J Guillou et al in the CLASICC study reported a positive CRM rate of 16% after LAR (109). The contribution of robotic surgery has improved this rate in our study. In the multicenter randomized controlled REAL trial, the rate of positive circumferential resection margin was higher in the LAR group (difference 3.2 percentage points [95% CI -6.0 to -0.4]; p=0.023) (59).
LAR was performed with 2D vision compared to RAR with 3D vision, which may explain the improvement in circumferential excision. The contribution of 3D vision in laparoscopy was investigated in a meta-analysis and reported results comparable to those after robotic TME (110). We report no difference in positive distal margins, 9% after LAR and 7% after RAR. The perineal approach with intersphincteric resection in addition to the laparoscopic abdominal approach may explain the good results in the LAR group. A deep resection using an exclusively abdominal robotic approach seems to be feasible without increasing the positive distal margin rate. We report a discrepancy in the number of lymph node harvests, 28 in the LAR group and 11 in the RAR group ($p<0.001$). This discrepancy may be explained by a difference in lymph node retrieval techniques between the two anatomopathological laboratories at the two institutions. Possible areas for improvement are being identified.

We report an overall recurrence rate of 30%. Local recurrence is 14% and metastatic recurrence is 25%. In our experience, the surgical approach (LAR or RAR) does not influence the recurrence rate.

Regarding short- and long-term morbidity, the rate of postoperative complications remains high after rectal resection (59%), 60% after LAR and 57% after RAR (p=0.676). We report a major morbidity (Clavien > II) of 15%, 14% after LAR and 17% after RAR. The rate of anastomotic fistula was 11%, 9% in the LAR group and 13% in the RAR group, with no significant difference. These rates have been reported in the literature (82). The re-operation rate within 30 days after surgery was 8%.

In a study published in 2018 in Diseases of the Colon & Rectum, Sean M. Wrenn et al asked 626 patients who had surgery for colon or rectal cancer what they valued most in their care. Patients rated curing bowel cancer (76%) and not having a permanent stoma (78%) as "most important". The minimally invasive approach was considered "most important" in only 14% of cases (111). In our series, the rate of permanent ostomy was 30%. Of these, 83% were terminal colostomies, more than 3/4 of which were performed as a first-line procedure (abdominal-perineal amputation or low Hartman). In our experience of 197 patients, 10 terminal colostomies were not planned and 10 ileostomies were not restored. These results are consistent with the literature, but not with patient wishes, and require greater patient involvement in the decision-making process. Recent encouraging results on organ preservation and ongoing studies, in particular on the absence of protective ileostomies, will undoubtedly allow us to provide an oncological and surgical response more in line with patients' wishes (39,79,112).

Regarding functional outcome, we contacted all patients after a minimum postoperative delay of 1 year, and on average more than 3 years after surgery, regardless of postoperative follow-up and possible neoadjuvant treatments. This allowed us to assess the long-term functional consequences for all patients. The deterioration in quality of life, erection and anal continence after treatment for rectal cancer is multifunctional. The effects of perioperative treatment, particularly radiotherapy, should not be overlooked (113). In our experience, only 14% of men who responded to the IIEF questionnaire were free of erectile dysfunction more than 3 years after treatment. We found no difference between our two groups (LAR and RAR). The use of preoperative radiotherapy in a less systematic way will certainly be one of the ways to improve long-term functional outcomes. The results of the prospective randomized PROSPECT trial confirm the non-inferiority of FOLFOX compared with preoperative chemoradiotherapy in terms of disease-free survival (114).
In terms of anal continence, one in two patients had persistent anal incontinence at 3 years and 2/3 had anterior rectal resection syndrome. In this study, LAR and RAR were not associated

with the same long-term functional outcomes. Patients in the LAR group had better functional outcomes. In the recent randomized controlled trial COLRAR, quality of life, urinary and erectile dysfunction and change in anal continence were not more impaired after laparoscopic surgery compared to robotic resection (60). In our study we explain the better results of the LAR group by a more systematic low ligation of the inferior mesenteric artery in the LAR group, 69% vs 17% ($p<0.001$). The benefits of low ligation on functional outcomes, particularly continence, have been described in the literature (44).

The main limitation of this study is the center effect, where 100% of patients in the LAR group were enrolled in one center and over 80% of patients in the RAR group were enrolled in the other center. The RAR group also included patients who were new to robotic rectal surgery. The use of the Da Vinci model Si system until 2019 may also be considered a limitation. The use of the Da Vinci model Xi system is described by the surgeons in our study as facilitating the procedure.

In this retrospective study, we were unable to assess surgeon fatigue after rectal resection according to approach. Finally, we did not perform a medico-economic evaluation as part of this study.

## CONCLUSION

The robotic approach appears to be reliable for oncological outcomes and morbidity, but the expected benefit for functional outcomes has not been observed. Further large studies are needed to assess the contribution of the robotic approach to functional outcomes. The added value of robotic surgery for rectal cancer needs to be reassessed in the light of new laparoscopic technologies and new patient management options.

## BIBLIOGRAPHIE


1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. CA A Cancer J Clin. mai 2021;71(3):209-49.
2. Defossez G, Le Guyader-Peyrou S, Uhry Z, Grosclaude P, Remontet L, Colonna M, et al. Estimations nationales de l'incidence et de la mortalité par cancer en France métropolitaine entre 1990 et 2018. Étude à partir des registres des cancers du réseau Francim. Résultats préliminaires. Synthèse. Saint-Maurice: Santé publique France; 2019 p. 20.
3. Brenner H, Kloor M, Pox CP. Colorectal cancer. The Lancet. Avr 2014;383(9927):1490-502.
4. Siegel R, DeSantis C, Jemal A. Colorectal cancer statistics, 2014: Colorectal Cancer Statistics, 2014. CA A Cancer Journal for Clinicians. mars 2014;64(2):104-17.
5. Bertrand MM, Colombo PE, Prudhomme M, Rouanet P. Cancer du rectum : anatomie chirurgicale. EMC - Techniques chirurgicales - Appareil digestif 2016;11(1):1-9 [Article 40-606].
6. Kamina P, Martinet C, Kamina P, illustrations conçues par Pierre Kamina et réalisées par Cyrille Martinet. Anatomie clinique Tome 3 Thorax, abdomen [Internet]. 4e édition. Paris: Maloine; 2014.
7. D'Allaines F, Le Roy A, Dubost C. Traitement chirurgical du cancer du rectum. In: Traitement chirurgical du cancer du rectum. Paris: Traitement chirurgical du cancer du rectum; 1946. p. 11-23.
8. Valverde A. Chirurgie du cancer du rectum par laparotomie et laparoscopie. Techniques chirurgicales - Appareil digestif. 1 mars 2019;36(2):1-29.
9. Kamina P, Martinet C, Kamina P, illustrations conçues par Pierre Kamina et réalisées par Cyrille Martinet. Anatomie clinique Tome 3 Thorax, abdomen [Internet]. 4e édition. Paris: Maloine; 2014
10. De Calan L, Gayet B, Bourlier P, Perniceni T. Cancer du rectum : anatomie chirurgicale, préparation à l'intervention, installation du patient. EMC - Chirurgie. juin 2004;1(3):275-92.
11. Heald RJ, Husband EM, Ryall RDH. The mesorectum in rectal cancer surgery—the clue to pelvic recurrence? British Journal of Surgery. 7 déc 2005;69(10):613-6.
12. Quirke P, Steele R, Monson J, Grieve R, Khanna S, Couture J, et al. Effect of the plane of surgery achieved on local recurrence in patients with operable rectal cancer: a prospective study using data from the MRC CR07 and NCIC-CTG CO16 randomised clinical trial. The Lancet. mars 2009;373(9666):821-8.
13. Mondor H, Mondor par H, Université de Paris Faculté de médecine. Contribution à l'étude du cancer du rectum [Internet]. [Paris]: Vigot Frères; 1914.
14. Glover R, Waugh J. The retrograde lymphatic spread of carcinoma of the rectosigmoid region; its influence on surgical procedures. Surg Gynecol Obste. avr 1946;434-48.
15. Coller FA, Kay EB, Macintyre RS. Regional lymphatic metastases of carcinoma of the colon. Annals of surgery. 1941;114(1):56-67.
16. Soubeyran P, Bellera C, Goyard J, Heitz D, Cure H, Rousselot H, et al. Validation of the G8 screening tool in geriatric oncology: The ONCODAGE project. JCO. 20 mai 2011;29(15_suppl):9001-9001.
17. Gérard JP, André T, Bibeau F, Conroy T, Legoux JL, Portier G, et al. Rectal cancer: French Intergroup clinical practice guidelines for diagnosis, treatments and follow-up (SNFGE, FFCD, GERCOR, UNICANCER, SFCD, SFED, SFRO). Digestive and Liver Disease. avr 2017;49(4):359-67.
18. Papamichael D, Audisio RA, Glimelius B, De Gramont A, Glynne-Jones R, Haller D,

et al. Treatment of colorectal cancer in older patients: International Society of Geriatric Oncology (SIOG) consensus recommendations 2013. Annals of Oncology. mars 2015;26(3):463-76.
19. Van Der Pool AEM, Damhuis RA, IJzermans JNM, De Wilt JHW, Eggermont AMM, Kranse R, et al. Trends in incidence, treatment and survival of patients with stage IV colorectal cancer: a population-based series: Trends in stage IV colorectal cancer. Colorectal Disease. janv 2012;14(1):56-61.
20. Mella J, Biffin A, Radcliffe AG, Stamataki JD, Steele RJC. Population-based audit of colorectal cancer management in two UK health regions: Colorectal cancer management in two UK health regions. Br J Surg. déc 1997;84(12):1731-6.
21. Gatta G, Capocaccia R, Sant M, Bell CM, Coebergh JW, Damhuis RA, Faivre J, Martinez-Garcia C, Pawlega J, Ponz de Leon M, Pottier D, Raverdy N, Williams EM, Berrino F. Understanding variations in survival for colorectal cancer in Europe: a EUROCARE high resolution study. Gut. 2000 Oct;47(4):533-8.
22. Mitry E, Guiu B, Cosconea S, Jooste V, Faivre J, Bouvier AM. Epidemiology, management and prognosis of colorectal cancer with lung metastases: a 30-year population-based study. Gut. 1 oct 2010;59(10):1383-8.
23. Mulder SA, Kranse R, Damhuis RA, De Wilt JHW, Ouwendijk RJTh, Kuipers EJ, et al. Prevalence and prognosis of synchronous colorectal cancer: A Dutch population-based study. Cancer Epidemiology. oct 2011;35(5):442-7.
24. Park SH, Lee JH, Lee SS, Kim JC, Yu CS, Kim HC, et al. CT colonography for detection and characterisation of synchronous proximal colonic lesions in patients with stenosing colorectal cancer. Gut. déc 2012;61(12):1716-22.
25. Nougaret S, Rousset P, Gormly K, Lucidarme O, Brunelle S, Milot L, et al. Structured and shared MRI staging lexicon and report of rectal cancer: A consensus proposal by the French Radiology Group (GRERCAR) and Surgical Group (GRECCAR) for rectal cancer. Diagnostic and Interventional Imaging. mars 2022;103(3):127-41.
26. Puli SR, Bechtold ML, Reddy JB, Choudhary A, Antillon MR, Brugge WR. How good is endoscopic ultrasound in differentiating various T stages of rectal cancer? Meta-analysis and systematic review. Ann Surg Oncol. 2009 Feb;16(2):254-65.
27. Brierley J, Gospodarowicz MK, Wittekind C, éditeurs. TNM classification of malignant tumours. Eighth edition. Chichester, West Sussex, UK ; Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc; 2017.
28. Conroy T, Bosset JF, Etienne PL, Rio E, François É, Mesgouez-Nebout N, et al. Neoadjuvant chemotherapy with FOLFIRINOX and preoperative chemoradiotherapy for patients with locally advanced rectal cancer (UNICANCER-PRODIGE 23): a multicentre, randomised, open-label, phase 3 trial. The Lancet Oncology. mai 2021;22(5):702-15.
29. Ma B, Gao P, Wang H, Xu Q, Song Y, Huang X, et al. What has preoperative radio(chemo)therapy brought to localized rectal cancer patients in terms of perioperative and long-term outcomes over the past decades? A systematic review and meta-analysis based on 41,121 patients: PRT/PCRT-Perioperative and long-term outcomes over the past decades. Int J Cancer. 1 sept 2017;141(5):1052-65.
30. Swedish Rectal Cancer Trial; Cedermark B, Dahlberg M, Glimelius B, Påhlman L, Rutqvist LE, Wilking N. Improved survival with preoperative radiotherapy in resectable rectal cancer. N Engl J Med. 1997 Apr 3;336(14):980-7.
31. Conroy T, Bosset JF, Etienne PL, Rio E, François É, Mesgouez-Nebout N, et al. Neoadjuvant chemotherapy with FOLFIRINOX and preoperative chemoradiotherapy for patients with locally advanced rectal cancer (UNICANCER-PRODIGE 23): a multicentre, randomised, open-label, phase 3 trial. The Lancet Oncology. mai 2021;22(5):702-15.
32. Cotte E, Artru P, Bachet JB, Benhaim L, Bibeau F, Christou N, Conroy T, Doyen J,

Fabre J, Hoeffel C, Léonard D, Meillan N, Mirabel X, Pioche M, Rivin Del Campo E, Vendrely V, Huguet F, Bouché O. « Cancer du rectum ». Thésaurus National de Cancérologie Digestive, septembre 2023, [En ligne] [http://www.tncd.org]
33. Bahadoer RR, Dijkstra EA, van Etten B, Marijnen CAM, Putter H, Kranenbarg EMK, et al. Short-course radiotherapy followed by chemotherapy before total mesorectal excision (TME) versus preoperative chemoradiotherapy, TME, and optional adjuvant chemotherapy in locally advanced rectal cancer (RAPIDO): a randomised, open-label, phase 3 trial. The Lancet Oncology. janv 2021;22(1):29-42.
34. van der Valk MJM, Marijnen CAM, van Etten B, Dijkstra EA, Hilling DE, Kranenbarg EMK, et al. Compliance and tolerability of short-course radiotherapy followed by preoperative chemotherapy and surgery for high-risk rectal cancer – Results of the international randomized RAPIDO-trial. Radiotherapy and Oncology. juin 2020;147:75-83.
35. Dijkstra EA, Nilsson PJ, Hospers GAP, Bahadoer RR, Meershoek-Klein Kranenbarg E, Roodvoets AGH, et al. Locoregional Failure During and After Short-course Radiotherapy followed by Chemotherapy and Surgery Compared to Long-course Chemoradiotherapy and Surgery - A Five-year Follow-up of the RAPIDO Trial. Ann Surg. 20 janv 2023;
36. Cercek A, Lumish M, Sinopoli J, Weiss J, Shia J, Lamendola-Essel M, et al. PD-1 Blockade in Mismatch Repair–Deficient, Locally Advanced Rectal Cancer. N Engl J Med. 23 juin 2022;386(25):2363-76.
37. Morino M, Risio M, Bach S, Beets-Tan R, Bujko K, Panis Y, et al. Early rectal cancer: the European Association for Endoscopic Surgery (EAES) clinical consensus conference. Surg Endosc. avr 2015;29(4):755-73.
38. Rullier E, Rouanet P, Tuech JJ, Valverde A, Lelong B, Rivoire M, et al. Organ preservation for rectal cancer (GRECCAR 2): a prospective, randomised, open-label, multicentre, phase 3 trial. The Lancet. juill 2017;390(10093):469-79.
39. Rullier E, Vendrely V, Asselineau J, Rouanet P, Tuech JJ, Valverde A, et al. Organ preservation with chemoradiotherapy plus local excision for rectal cancer: 5-year results of the GRECCAR 2 randomised trial. The Lancet Gastroenterology & Hepatology. mai 2020;5(5):465-74.
40. Habr-Gama A, Gama-Rodrigues J, São Julião GP, Proscurshim I, Sabbagh C, Lynn PB, et al. Local Recurrence After Complete Clinical Response and Watch and Wait in Rectal Cancer After Neoadjuvant Chemoradiation: Impact of Salvage Therapy on Local Disease Control. International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics. mars 2014;88(4):822-8.
41. Lefevre JH, Mineur L, Kotti S, Rullier E, Rouanet P, de Chaisemartin C, et al. Effect of Interval (7 or 11 weeks) Between Neoadjuvant Radiochemotherapy and Surgery on Complete Pathologic Response in Rectal Cancer: A Multicenter, Randomized, Controlled Trial (GRECCAR-6). JCO. 1 nov 2016;34(31):3773-80.
42. Rullier E, Denost Q, Vendrely V, Rullier A, Laurent C. Low Rectal Cancer: Classification and Standardization of Surgery. Diseases of the Colon & Rectum. mai 2013;56(5):560-7.
43. Yang Y, Wang G, He J, Zhang J, Xi J, Wang F. High tie versus low tie of the inferior mesenteric artery in colorectal cancer: A meta-analysis. International Journal of Surgery. avr 2018;52:20-4.
44. Fiori E, Crocetti D, Lamazza A, De Felice F, Sterpetti AV, Irace L, et al. Is Low Inferior Mesenteric Artery Ligation Worthwhile to Prevent Urinary and Sexual Dysfunction After Total Mesorectal Excision for Rectal Cancer? Anticancer Res. août 2020;40(8):4223-8.
45. Bridoux V, de Chaisemartin C, Beyer L, Goasguen N, Sabbagh C, Guedj N, et al. Recommandations pour la pratique clinique Cancer du rectum: Question 2 Quels sont les critères de qualité de l'exérèse chirurgicale ? Côlon & rectum. 2016;10(1):12-27.

46. Jeong SY, Park JW, Nam BH, Kim S, Kang SB, Lim SB, Choi HS, Kim DW, Chang HJ, Kim DY, Jung KH, Kim TY, Kang GH, Chie EK, Kim SY, Sohn DK, Kim DH, Kim JS, Lee HS, Kim JH, Oh JH. Open versus laparoscopic surgery for mid-rectal or low-rectal cancer after neoadjuvant chemoradiotherapy (COREAN trial): survival outcomes of an open-label, non-inferiority, randomised controlled trial. Lancet Oncol. 2014 Jun;15(7):767-74.
47. Bonjer HJ, Deijen CL, Abis GA, Cuesta MA, Van Der Pas MHGM, De Lange-de Klerk ESM, et al. A Randomized Trial of Laparoscopic versus Open Surgery for Rectal Cancer. N Engl J Med. 2 avr 2015;372(14):1324-32.
48. Van Der Pas MH, Haglind E, Cuesta MA, Fürst A, Lacy AM, Hop WC, et al. Laparoscopic versus open surgery for rectal cancer (COLOR II): short-term outcomes of a randomised, phase 3 trial. The Lancet Oncology. mars 2013;14(3):210-8.
49. Stevenson ARL, Solomon MJ, Lumley JW, Hewett P, Clouston AD, Gebski VJ, et al. Effect of Laparoscopic-Assisted Resection vs Open Resection on Pathological Outcomes in Rectal Cancer: The ALaCaRT Randomized Clinical Trial. JAMA. 6 oct 2015;314(13):1356.
50. Lanfranco AR, Castellanos AE, Desai JP, Meyers WC. Robotic Surgery: A Current Perspective. Annals of Surgery. janv 2004;239(1):14-21.
51. Germain A, Rouanet P, Valverde A, Adeline Germain PR Alain Valverde, afc, Association française de chirurgie, et al. Chirurgie robotique digestive: rappport présenté au 123e Congrès français de chirurgie [Internet]. Cobham;Arcueil; John Libbey Eurotext Plc; 2021.
52. Jayne D, Pigazzi A, Marshall H, Croft J, Corrigan N, Copeland J, et al. Robotic-assisted surgery compared with laparoscopic resection surgery for rectal cancer: the ROLARR RCT. Efficacy and mechanism evaluation. 2019;6(10):1-140.
53. Prete FP, Pezzolla A, Prete F, Testini M, Marzaioli R, Patriti A, et al. Robotic Versus Laparoscopic Minimally Invasive Surgery for Rectal Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. Annals of surgery. 2018;267(6):1034.
54. Rouanet P, Bertrand MM, Jarlier M, Mourregot A, Traore D, Taoum C, et al. Robotic Versus Laparoscopic Total Mesorectal Excision for Sphincter-Saving Surgery: Results of a Single-Center Series of 400 Consecutive Patients and Perspectives. Ann Surg Oncol. nov 2018;25(12):3572-9.
55. Kim MJ, Park SC, Park JW, Chang HJ, Kim DY, Nam BH, et al. Robot-assisted Versus Laparoscopic Surgery for Rectal Cancer: A Phase II Open Label Prospective Randomized Controlled Trial. Annals of Surgery. févr 2018;267(2):243-51.
56. Simillis C, Lal N, Thoukididou SN, Kontovounisios C, Smith JJ, Hompes R, et al. Open Versus Laparoscopic Versus Robotic Versus Transanal Mesorectal Excision for Rectal Cancer: A Systematic Review and Network Meta-analysis. Annals of Surgery. juill 2019;270(1):59-68.
57. Gorgun E, Cengiz TB, Ozgur I, Dionigi B, Kalady MF, Steele SR. Outcomes and Cost Analysis of Robotic Versus Laparoscopic Abdominoperineal Resection for Rectal Cancer: A Case-Matched Study. Diseases of the Colon & Rectum. oct 2022;65(10):1279.
58. Emile SH, Horesh N, Freund MR, Garoufalia Z, Gefen R, Silva-Alvarenga E, et al. Outcomes of laparoscopic versus robotic-assisted resection of T4 rectal cancer: propensity score-matched analysis of a national cancer database. British journal of surgery. 2023;110(2):242-50.
59. Feng Q, Yuan W, Li T, Tang B, Jia B, Zhou Y, et al. Robotic versus laparoscopic surgery for middle and low rectal cancer (REAL): short-term outcomes of a multicentre randomised controlled trial. Lancet Gastroenterol Hepatol. nov 2022;7(11):991-1004.
60. Park JS, Lee SM, Choi GS, Park SY, Kim HJ, Song SH, et al. Comparison of Laparoscopic Versus Robot-Assisted Surgery for Rectal Cancers: The COLRAR Randomized Controlled Trial. Annals of Surgery. juill 2023;278(1):31-8.

61. Nesbakken A, Nygaard K, Bull-Njaa T, Carlsen E, Eri LM. Bladder and sexual dysfunction after mesorectal excision for rectal cancer. British Journal of Surgery. 10 déc 2002;87(2):206-10.
62. Harsløf S, Stouge A, Thomassen N, Ravn S, Laurberg S, Iversen LH. Outcome one year after robot-assisted rectal cancer surgery: a consecutive cohort study. Int J Colorectal Dis. déc 2017;32(12):1749-58.
63. Wiltink LM, Marijnen CAM, Meershoek-Klein Kranenbarg E, Van De Velde CJH, Nout RA. A comprehensive longitudinal overview of health-related quality of life and symptoms after treatment for rectal cancer in the TME trial. Acta Oncologica. 2 avr 2016;55(4):502-8.
64. Chen TYT, Wiltink LM, Nout RA, Meershoek-Klein Kranenbarg E, Laurberg S, Marijnen CAM, et al. Bowel Function 14 Years After Preoperative Short-Course Radiotherapy and Total Mesorectal Excision for Rectal Cancer: Report of a Multicenter Randomized Trial. Clinical Colorectal Cancer. juin 2015;14(2):106-14.
65. Eveno C, Lamblin A, Mariette C, Pocard M. Sexual and urinary dysfunction after proctectomy for rectal cancer. Journal of Visceral Surgery. févr 2010;147(1):e21-30.
66. Patriti A, Ceccarelli G, Bartoli A, Spaziani A, Biancafarina A, Casciola L. Short- and Medium-Term Outcome of Robot-Assisted and Traditional Laparoscopic Rectal Resection. 2009;
67. Kowalewski KF, Seifert L, Ali S, Schmidt MW, Seide S, Haney C, et al. Functional outcomes after laparoscopic versus robotic-assisted rectal resection: a systematic review and meta-analysis. Surg Endosc. janv 2021;35(1):81-95.
68. Flynn J, Larach JT, Kong JCH, Waters PS, McCormick JJ, Warrier SK, et al. Patient-Related Functional Outcomes After Robotic-Assisted Rectal Surgery Compared With a Laparoscopic Approach: A Systematic Review and Meta-analysis. Diseases of the colon & rectum. 2022;65(10):1191.
69. Kim HJ, Choi GS, Park JS, Park SY, Yang CS, Lee HJ. The impact of robotic surgery on quality of life, urinary and sexual function following total mesorectal excision for rectal cancer: a propensity score-matched analysis with laparoscopic surgery. Colorectal Dis. mai 2018;20(5):O103-13.
70. Park SY, Choi GS, Park JS, Kim HJ, Ryuk JP, Yun SH. Urinary and Erectile Function in Men After Total Mesorectal Excision by Laparoscopic or Robot-Assisted Methods for the Treatment of Rectal Cancer: A Case-Matched Comparison. World J Surg. juill 2014;38(7):1834-42.
71. Panteleimonitis S, Ahmed J, Harper M, Parvaiz A. Critical analysis of the literature investigating urogenital function preservation following robotic rectal cancer surgery. WJGS. 2016;8(11):744.
72. Holmer C, Kreis ME. Systematic review of robotic low anterior resection for rectal cancer. Surg Endosc. févr 2018;32(2):569-81.
73. Kim JY, Kim NK, Lee KY, Hur H, Min BS, Kim JH. A Comparative Study of Voiding and Sexual Function after Total Mesorectal Excision with Autonomic Nerve Preservation for Rectal Cancer: Laparoscopic Versus Robotic Surgery. Ann Surg Oncol. août 2012;19(8):2485-93.
74. Schrag D, Shi Q, Weiser MR, Gollub MJ, Saltz LB, Musher BL, Goldberg J, Al Baghdadi T, Goodman KA, McWilliams RR, Farma JM, George TJ, Kennecke HF, Shergill A, Montemurro M, Nelson GD, Colgrove B, Gordon V, Venook AP, O'Reilly EM, Meyerhardt JA, Dueck AC, Basch E, Chang GJ, Mamon HJ. Preoperative Treatment of Locally Advanced Rectal Cancer. N Engl J Med. 2023 Jul 27;389(4):322-334.
75. Mei WJ, Wang XZ, Li YF, Sun YM, Yang CK, Lin JZ, et al. Neoadjuvant Chemotherapy With CAPOX Versus Chemoradiation for Locally Advanced Rectal Cancer

With Uninvolved Mesorectal Fascia (CONVERT): Initial Results of a Phase III Trial. Annals of Surgery. avr 2023;277(4):557-64.
76. on behalf the FRENCH , GRECCAR, PRODIGE study groups, Brouquet A, Bachet JB, Huguet F, Karoui M, Artru P, et al. NORAD01-GRECCAR16 multicenter phase III non-inferiority randomized trial comparing preoperative modified FOLFIRINOX without irradiation to radiochemotherapy for resectable locally advanced rectal cancer (intergroup FRENCH-GRECCAR- PRODIGE trial). BMC Cancer. déc 2020;20(1):485.
77. Rouanet P, Castan F, Mazard T, Lemanski C, Nougaret S, Deshayes E, et al. GRECCAR 14 – a multicentric, randomized, phase II–III study evaluating the tailored management of locally advanced rectal carcinoma after a favourable response to induction chemotherapy: study protocol. Colorectal Disease. 11 sept 2023;codi.16740.
78. Rullier E, Vendrely V, Asselineau J, Rouanet P, Tuech JJ, Valverde A, de Chaisemartin C, Rivoire M, Trilling B, Jafari M, Portier G, Meunier B, Sielezniefff I, Bertrand M, Marchal F, Dubois A, Pocard M, Rullier A, Smith D, Frulio N, Frison E, Denost Q. Organ preservation with chemoradiotherapy plus local excision for rectal cancer: 5-year results of the GRECCAR 2 randomised trial. Lancet Gastroenterol Hepatol. 2020 May;5(5):465-474.
79. Serra-Aracil X, Pericay C, Badia-Closa J, Golda T, Biondo S, Hernández P, et al. Short-term outcomes of chemoradiotherapy and local excision versus total mesorectal excision in T2-T3ab,N0,M0 rectal cancer: a multicentre randomised, controlled, phase III trial (the TAU-TEM study). Annals of Oncology. janv 2023;34(1):78-90.
80. Monson JRT, Weiser MR, Buie WD, Chang GJ, Rafferty JF, Buie WD, et al. Practice Parameters for the Management of Rectal Cancer (Revised). Diseases of the Colon & Rectum. mai 2013;56(5):535-50.
81. Sun Z, Kim J, Adam MA, Nussbaum DP, Speicher PJ, Mantyh CR, et al. Minimally Invasive Versus Open Low Anterior Resection: Equivalent Survival in a National Analysis of 14,033 Patients With Rectal Cancer. Annals of Surgery. juin 2016;263(6):1152-8.
82. Jayne D, Pigazzi A, Marshall H, Croft J, Corrigan N, Copeland J, et al. Effect of Robotic-Assisted vs Conventional Laparoscopic Surgery on Risk of Conversion to Open Laparotomy Among Patients Undergoing Resection for Rectal Cancer: The ROLARR Randomized Clinical Trial. JAMA. 24 oct 2017;318(16):1569.
83. D'Annibale A, Pernazza G, Monsellato I, Pende V, Lucandri G, Mazzocchi P, et al. Total mesorectal excision: a comparison of oncological and functional outcomes between robotic and laparoscopic surgery for rectal cancer. Surg Endosc. juin 2013;27(6):1887-95.
84. Luca F, Valvo M, Ghezzi TL, Zuccaro M, Cenciarelli S, Trovato C, Sonzogni A, Biffi R. Impact of robotic surgery on sexual and urinary functions after fully robotic nerve-sparing total mesorectal excision for rectal cancer. Ann Surg. 2013 Apr;257(4):672-8.
85. Park SY, Choi GS, Park JS, Kim HJ, Ryuk JP. Short-term clinical outcome of robot-assisted intersphincteric resection for low rectal cancer: a retrospective comparison with conventional laparoscopy. Surg Endosc. janv 2013;27(1):48-55.
86. Galata C, Vassilev G, Haas F, Kienle P, Büttner S, Reißfelder C, et al. Clinical, oncological, and functional outcomes of Da Vinci (Xi)–assisted versus conventional laparoscopic resection for rectal cancer: a prospective, controlled cohort study of 51 consecutive cases. Int J Colorectal Dis. nov 2019;34(11):1907-14.
87. Somashekhar SP, Ashwin KR, Rajashekhar J, Zaveri S. Prospective Randomized Study Comparing Robotic-Assisted Surgery with Traditional Laparotomy for Rectal Cancer—Indian Study. Indian J Surg. déc 2015;77(S3):788-94.
88. Wee IJY, Kuo L, Ngu JC. Urological and sexual function after robotic and laparoscopic surgery for rectal cancer: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. Int J Med Robot. févr 2021;17(1):1-8.
89. Wang G, Wang Z, Jiang Z, Liu J, Zhao J, Li J. Male urinary and sexual function after

robotic pelvic autonomic nerve-preserving surgery for rectal cancer: Urogenital function after robotic rectal surgery. Int J Med Robotics Comput Assist Surg. mars 2017;13(1):e1725.
90. Kim JY, Kim NK, Lee KY, Hur H, Min BS, Kim JH. A comparative study of voiding and sexual function after total mesorectal excision with autonomic nerve preservation for rectal cancer: laparoscopic versus robotic surgery. Ann Surg Oncol. 2012 Aug;19(8):2485-93.
91. Kim JC, Lim SB, Yoon YS, Park IJ, Kim CW, Kim CN. Completely abdominal intersphincteric resection for lower rectal cancer: feasibility and comparison of robot-assisted and open surgery. Surg Endosc. sept 2014;28(9):2734-44.
92. Portier G. Recommendations for clinical practice. Therapeutic choices for rectal cancer. How should neoadjuvant therapies be chosen? Gastroentérologie clinique et biologique. 2007;31 Spec No 1(Journal Article):1S23-33.
93. Bretagnol F, Panis Y, Rullier E, Rouanet P, Berdah S, Dousset B, et al. Rectal Cancer Surgery With or Without Bowel Preparation: The French Greccar III Multicenter Single-Blinded Randomized Trial. Annals of Surgery. nov 2010;252(5):863-8.
94. Mari G, Maggioni D, Costanzi A, Miranda A, Rigamonti L, Crippa J, et al. “High or low Inferior Mesenteric Artery ligation in Laparoscopic low Anterior Resection: study protocol for a randomized controlled trial” (HIGHLOW trial). Trials. déc 2015;16(1):21.
95. Rullier E, Laurent C, Bretagnol F, Rullier A, Vendrely V, Zerbib F. Sphincter-Saving Resection for All Rectal Carcinomas: The End of the 2-cm Distal Rule. Annals of Surgery. mars 2005;241(3):465-9.
96. Kanso F, Maggiori L, Debove C, Chau A, Ferron M, Panis Y. Perineal or Abdominal Approach First During Intersphincteric Resection for Low Rectal Cancer: Which Is the Best Strategy? Diseases of the Colon & Rectum. juill 2015;58(7):637-44.
97. Washington MK, Berlin J, Branton P, Burgart LJ, Carter DK, Fitzgibbons PL, et al. Protocol for the Examination of Specimens From Patients With Primary Carcinoma of the Colon and Rectum. Archives of Pathology & Laboratory Medicine. 1 oct 2009;133(10):1539-51.
98. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of Surgical Complications: A New Proposal With Evaluation in a Cohort of 6336 Patients and Results of a Survey. Annals of Surgery. août 2004;240(2):205-13.
99. Rahbari NN, Weitz J, Hohenberger W, Heald RJ, Moran B, Ulrich A, et al. Definition and grading of anastomotic leakage following anterior resection of the rectum: A proposal by the International Study Group of Rectal Cancer. Surgery. mars 2010;147(3):339-51.
100. Keller DS, McGee MF, Goyal S, Nobel T, O’Brien Ermlich B, Cheruvu VK, et al. Construct validation and comparison of a novel postoperative quality-of-life metric and the Short Form-36 in colorectal surgery patients. Surgery. oct 2013;154(4):690-6.
101. Mchorney CA, Johne W, Anastasiae R. The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): II. Psychometric and Clinical Tests of Validity in Measuring Physical and Mental Health Constructs. Medical Care. mars 1993;31(3):247-63.
102. EuroQol - a new facility for the measurement of health-related quality of life. Health Policy. déc 1990;16(3):199-208.
103. Fryback DG, Hanmer J. The Measurement and Valuation of Health Status Using EQ-5D: A European Perspective. Evidence from the EuroQol BIOMED Research Program. Quality of Life Research. 2005;14(2):571-3.
104. Emmertsen KJ, Laurberg S. Low Anterior Resection Syndrome Score: Development and Validation of a Symptom-Based Scoring System for Bowel Dysfunction After Low Anterior Resection for Rectal Cancer. Annals of Surgery. mai 2012;255(5):922-8.
105. Jorge MJN, Wexner SD. Etiology and management of fecal incontinence. Diseases of the Colon & Rectum. janv 1993;36(1):77-97.
106. Rosen RC, Riley A, Wagner G, Osterloh IH, Kirkpatrick J, Mishra A. The

international index of erectile function (IIEF): a multidimensional scale for assessment of erectile dysfunction. Urology. juin 1997;49(6):822-30.
107. Rhoden EL, Telöken C, Sogari PR, Vargas Souto CA. The use of the simplified International Index of Erectile Function (IIEF-5) as a diagnostic tool to study the prevalence of erectile dysfunction. Int J Impot Res. 1 août 2002;14(4):245-50.
108. Rosen, C. Brown, J. Heiman, S. Leib R. The Female Sexual Function Index (FSFI): A Multidimensional Self-Report Instrument for the Assessment of Female Sexual Function. Journal of Sex & Marital Therapy. avr 2000;26(2):191-208.
109. Guillou PJ, Quirke P, Thorpe H, Walker J, Jayne DG, Smith AM, et al. Short-term endpoints of conventional versus laparoscopic-assisted surgery in patients with colorectal cancer (MRC CLASICC trial): multicentre, randomised controlled trial. The Lancet (British edition). 2005;365(9472):1718-26.
110. Li L, Gao X, Guo Y, Luo Y, Luo Y, Yang X, et al. Comparison of three-dimensional versus two-dimensional laparoscopic surgery for rectal cancer: a meta-analysis. Int J Colorectal Dis. sept 2019;34(9):1577-83.
111. Wrenn SM, Cepeda-Benito A, Ramos-Valadez DI, Cataldo PA. Patient Perceptions and Quality of Life After Colon and Rectal Surgery: What Do Patients Really Want? Diseases of the Colon & Rectum. août 2018;61(8):971-8.
112. Denost Q, Sylla D, Fleming C, Maillou-Martinaud H, Preaubert-Hayes N, Benard A, et al. A phase III randomized trial evaluating the quality of life impact of a tailored versus systematic use of defunctioning ileostomy following total mesorectal excision for rectal cancer— GRECCAR 17 trial protocol. Colorectal Disease. mars 2023;25(3):443-52.
113. Croese AD, Lonie JM, Trollope AF, Vangaveti VN, Ho YH. A meta-analysis of the prevalence of Low Anterior Resection Syndrome and systematic review of risk factors. International Journal of Surgery. août 2018;56:234-41.
114. Schrag D, Shi Q, Weiser MR, Gollub MJ, Saltz LB, Musher BL, et al. Preoperative Treatment of Locally Advanced Rectal Cancer. N Engl J Med. 27 juill 2023;389(4):322-34.

**Vu, le Directeur de Thèse**

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

**ROGIER Fabien**

80 pages – 12 tableaux – 13 figures

**Résumé :**

**Introduction :** l'apport de l'approche Robotique (R) pour proctectomie faciliterait la dissection pelvienne complexe comparativement à l'approche laparoscopique (L). Le but de cette étude était de comparer les résultats oncologiques, la morbidité et les résultats fonctionnels à court et à long terme des 2 approches.
**Méthode :** Entre 2015 et 2021, tous les cancers du rectum opérés par (L) ou par (R) ont été colligés de façon rétrospective dans deux centres de chirurgie mini-invasive.
**Résultats :** 197 patients ont été inclus, 70% dans le groupe (L) et 30% dans le groupe (R). La localisation et le stade tumoral étaient identiques entre les deux groupes (NS). Les tumeurs rectales étaient principalement de type T3 (65 %), 3/4 du bas ou moyen rectum. La mortalité globale post opératoire à 30 jour était de 0,5%, sans différence entre les groupes (NS). La morbidité globale post opératoire étaient identiques entre les deux groupes ((L)60% vs (R)57% ; NS)), la morbidité sévère était similaire ((L)14% vs (R)17% ; NS). Le nombre de ré-intervention chirurgicale précoce dans les 30 premiers jours était similaire ((L)10% vs (R)3% ; NS). Le taux de TME complète était similaire ((L)88% vs (R)94% ; NS)). Le taux de R1 circonférentiel était significativement supérieur dans le groupe ((L)13% vs (R)2% ; p=0.009). Le taux de récidive à 3 ans n'était pas différent entre les groupes, ((L)28% vs (R)28% ; NS). Après un suivi moyen de 3 ans, un syndrome de résection antérieur était significativement plus faible dans le groupe ((L) 54% vs (R)76% ; p=0.030).
**Conclusion :** L'approche robotique semble fiable sur les résultats oncologiques et la morbidité, mais le bénéfice attendu sur les résultats fonctionnels n'a pas été observé. D'autres études à grande échelle sont nécessaires pour évaluer la contribution de l'approche robotique aux résultats fonctionnels. La plus-value de la chirurgie robotique dans le cancer du rectum doit être réévaluée en tenant compte des nouvelles technologies laparoscopique et des nouvelles options thérapeutiques.

**Mots clés : Chirurgie mini invasive – Laparoscopie – Chirurgie robot assistée – Cancer rectum – Résultats fonctionnels**

**Jury :**
Président du Jury : Professeur Éphrem SALAMÉ

Directeur de thèse : Professeur Mehdi OUAISSI
Membres du Jury : Professeur Guillaume MEURETTE
Docteur David DUSSART
Docteur Alice ARTUS

Date de soutenance : 24 octobre 2023