



**HAL**  
open science

# Intérêt ergonomique de la robotique pour la chirurgie du rein : étude prospective comparative de quatre techniques de prélèvement rénal

Baptiste Marçon

## ► To cite this version:

Baptiste Marçon. Intérêt ergonomique de la robotique pour la chirurgie du rein : étude prospective comparative de quatre techniques de prélèvement rénal. Sciences du Vivant [q-bio]. 2017. hal-01932285

**HAL Id: hal-01932285**

**<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01932285v1>**

Submitted on 23 Nov 2018

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

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



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

## **THÈSE**

pour obtenir le grade de

### **DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée et soutenue publiquement  
dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

Par :

**Baptiste MARÇON**

le 6 Octobre 2017

**Intérêt ergonomique de la robotique pour la chirurgie du rein :  
Etude prospective comparative de quatre techniques de prélèvement rénal.**

Membres du jury :

Président :

M. Jacques HUBERT Professeur

Juges :

M. Damien LOEUILLÉ Professeur

M. Pascal ESCHWEGE Professeur

M. Nicolas HUBERT Docteur en Médecine



4 septembre 2017

**Président de l'Université de Lorraine :**  
**Professeur Pierre MUTZENHARDT**

**Doyen de la Faculté de Médecine**  
**Professeur Marc BRAUN**

**Vice-doyens**

Pr Karine ANGIOI-DUPREZ, Vice-Doyen  
Pr Marc DEBOUVERIE, Vice-Doyen

**Assesseurs :**

**Premier cycle :** Pr Guillaume GAUCHOTTE  
**Deuxième cycle :** Pr Marie-Reine LOSSER  
**Troisième cycle :** Pr Marc DEBOUVERIE

*Innovations pédagogiques :* Pr Bruno CHENUÉL

*Formation à la recherche :* Dr Nelly AGRINIER

*Affaires juridiques et Relations extérieures :* Dr Frédérique CLAUDOT

*Vie Facultaire et SIDES :* Pr Laure JOLY

*Relations Grande Région :* Pr Thomas FUCHS-BUDER

**Chargés de mission**

*Bureau de docimologie :* Dr Guillaume VOGIN

*Commission de prospective facultaire :* Pr Pierre-Edouard BOLLAERT

*Orthophonie :* Pr Cécile PARIETTI-WINKLER

*PACES :* Dr Mathias POUSSEL

*Plan Campus :* Pr Bruno LEHEUP

*International :* Pr Jacques HUBERT

=====

**DOYENS HONORAIRES**

Professeur Jean-Bernard DUREUX - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER - Professeur Henry COUDANE

=====

**PROFESSEURS HONORAIRES**

Etienne ALIOT - Jean-Marie ANDRE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND - Pierre BEY  
Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL - Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE  
Jean-Louis BOUTROY - Serge BRIANÇON - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT  
Jean-François CHASSAGNE - François CHERRIER - Jean-Pierre CRANCE - Gérard DEBRY - Emile de LAVERGNE  
Jean-Pierre DESCHAMPS - Jean DUHEILLE - Jean-Bernard DUREUX - Gilbert FAURE - Gérard FIEVE - Bernard FOLIGUET  
Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER - Professeur Jean-Luc GEORGE - Alain GERARD  
Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ - Gilles GROSIDIER - Oliéro GUERCI  
Philippe HARTEMANN - Gérard HUBERT - Claude HURIET - Christian JANOT - Michèle KESSLER - François KOHLER  
Jacques LACOSTE - Henri LAMBERT - Pierre LANDES - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Alain LE FAOU  
Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS - Jean-Pierre MALLIÉ - Philippe MANGIN - Jean-Claude MARCHAL  
- Yves MARTINET - Pierre MATHIEU - Michel MERLE - Pierre MONIN - Pierre NABET - Patrick NETTER - Jean-Pierre NICOLAS -  
Pierre PAYSANT - Francis PENIN - Gilbert PERCEBOIS - Claude PERRIN - Luc PICARD - François PLENAT - Jean-Marie POLU  
Jacques POUREL - Jean PREVOT - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER - Denis REGENT - Michel RENARD  
Jacques ROLAND - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Michel SCHWEITZER - Daniel SIBERTIN-BLANC - Claude SIMON  
Danièle SOMMELET - Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Gérard VAILLANT - Paul VERT  
Hervé VESPIGNANI - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Jean-Pierre VILLEMOT - Michel WEBER

=====  
**PROFESSEURS ÉMÉRITES**

Professeur Etienne ALIOT - Professeur Gérard BARROCHE - Professeur Serge BRIANÇON - Professeur Jean-Pierre CRANCE  
Professeur Gilbert FAURE - Professeur Bernard FOLIGUET – Professeur Alain GERARD - Professeur Gilles GROSDIDIER  
Professeur Philippe HARTEMANN - Professeur François KOHLER - Professeur Alain LE FAOU - Professeur Jacques LECLERE  
Professeur Yves MARTINET – Professeur Patrick NETTER - Professeur Jean-Pierre NICOLAS – Professeur Luc PICARD -  
Professeur François PLENAT - Professeur Jean-François STOLTZ

=====  
**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**  
(Disciplines du Conseil National des Universités)

**42<sup>ème</sup> Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Anatomie)**

Professeur Marc BRAUN – Professeure Manuela PEREZ

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Histologie, embryologie et cytogénétique)**

Professeur Christo CHRISTOV

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Anatomie et cytologie pathologiques)**

Professeur Jean-Michel VIGNAUD – Professeur Guillaume GAUCHOTTE

**43<sup>ème</sup> Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Biophysique et médecine nucléaire)**

Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Radiologie et imagerie médicale)**

Professeur René ANXIONNAT - Professeur Alain BLUM - Professeur Serge BRACARD - Professeur Michel CLAUDON

Professeure Valérie CROISÉ-LAURENT - Professeur Jacques FELBLINGER - Professeur Pedro GONDIM TEIXEIRA

**44<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)**

Professeur Jean-Louis GUEANT - Professeur Bernard NAMOUR - Professeur Jean-Luc OLIVIER

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Physiologie)**

Professeur Christian BEYAERT - Professeur Bruno CHENUÉL - Professeur François MARCHAL

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Nutrition)**

Professeur Didier QUILLIOT - Professeure Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT - Professeur Olivier ZIEGLER

**45<sup>ème</sup> Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière)**

Professeur Alain LOZNIÉWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Parasitologie et Mycologie)**

Professeure Marie MACHOUART

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Maladies infectieuses ; maladies tropicales)**

Professeur Thierry MAY - Professeure Céline PULCINI - Professeur Christian RABAUD

**46<sup>ème</sup> Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Épidémiologie, économie de la santé et prévention)**

Professeur Francis GUILLEMIN - Professeur Denis ZMIROU-NAVIER

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Médecine légale et droit de la santé)**

Professeur Henry COUDANE

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication)**

Professeure Eliane ALBUISSON - Professeur Nicolas JAY

**47<sup>ème</sup> Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Hématologie ; transfusion)**

Professeur Pierre FEUGIER

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie)**

Professeur Thierry CONROY - Professeur François GUILLEMIN - Professeur Didier PEIFFERT - Professeur Frédéric MARCHAL

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Immunologie)**

Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT - Professeure Marie-Thérèse RUBIO

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Génétique)**

Professeur Philippe JONVEAUX - Professeur Bruno LEHEUP

**48<sup>ème</sup> Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Anesthésiologie-réanimation)**

Professeur Gérard AUDIBERT - Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Thomas FUCHS-BUDER  
Professeure Marie-Reine LOSSER - Professeur Claude MEISTELMAN

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Réanimation)**

Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Sébastien GIBOT - Professeur Bruno LÉVY

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)**

Professeur Pierre GILLET - Professeur Jean-Yves JOUZEAU

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Thérapeutique ; addictologie)**

Professeur François PAILLE - Professeur Patrick ROSSIGNOL – Professeur Faiez ZANNAD

**49<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Neurologie)**

Professeur Marc DEBOUVERIE - Professeur Louis MAILLARD - Professeur Luc TAILLANDIER - Professeure Louise TYVAERT

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Neurochirurgie)**

Professeur Jean AUQUE - Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS - Professeur Olivier KLEIN

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Psychiatrie d'adultes ; addictologie)**

Professeur Jean-Pierre KAHN - Professeur Raymund SCHWAN

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Pédopsychiatrie ; addictologie)**

Professeur Bernard KABUTH

**5<sup>ème</sup> sous-section : (Médecine physique et de réadaptation)**

Professeur Jean PAYSANT

**50<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Rhumatologie)**

Professeure Isabelle CHARY-VÁLCKENAERE - Professeur Damien LOEUILLE

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie orthopédique et traumatologique)**

Professeur Laurent GALOIS - Professeur Didier MAINARD - Professeur Daniel MOLE - Professeur François SIRVEAUX

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Dermato-vénéréologie)**

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)**

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

**51<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Pneumologie ; addictologie)**

Professeur Jean-François CHABOT - Professeur Ari CHAOUAT

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Cardiologie)**

Professeur Edoardo CAMENZIND - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET - Professeur Yves JUILLIERE

Professeur Nicolas SADOUL

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie thoracique et cardiovasculaire)**

Professeur Thierry FOLLIGUET - Professeur Juan-Pablo MAUREIRA

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)**

Professeur Sergueï MALIKOV - Professeur Denis WAHL – Professeur Stéphane ZUILY

**52<sup>ème</sup> Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)**

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI - Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Néphrologie)**

Professeur Luc FRIMAT - Professeure Dominique HESTIN

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Urologie)**

Professeur Pascal ESCHWEGE - Professeur Jacques HUBERT

**53<sup>ème</sup> Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE, CHIRURGIE GÉNÉRALE ET MÉDECINE GÉNÉRALE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie)**

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Jean-Dominique DE KORWIN - Professeure Gisèle KANNY

Professeure Christine PERRET-GUILLAUME – Professeur Roland JAUSSAUD – Professeure Laure JOLY

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie générale)**

Professeur Ahmet AYAV - Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Médecine générale)**

Professeur Jean-Marc BOIVIN – Professeur Paolo DI PATRIZIO

**54<sup>ème</sup> Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Pédiatrie)**

Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET - Professeur Jean-Michel HASCOET  
Professeur Emmanuel RAFFO - Professeur Cyril SCHWEITZER

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie infantile)**

Professeur Pierre JOURNEAU - Professeur Jean-Louis LEMELLE

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)**

Professeur Philippe JUDLIN - Professeur Olivier MOREL

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)**

Professeur Bruno GUERCI - Professeur Marc KLEIN - Professeur Georges WERYHA

**55<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)**

Professeur Roger JANKOWSKI - Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Ophtalmologie)**

Professeure Karine ANGIOL - Professeur Jean-Paul BERROD

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)**

Professeure Muriel BRIX

=====

**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS**

**61<sup>ème</sup> Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL**

Professeur Walter BLONDEL

**64<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE**

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER - Professeur Pascal REBOUL

**65<sup>ème</sup> Section : BIOLOGIE CELLULAIRE**

Professeure Céline HUSELSTEIN

=====

**PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

Professeur associé Sophie SIEGRIST

=====

**MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**

**42<sup>ème</sup> Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Anatomie)**

Docteur Bruno GRIGNON

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Histologie, embryologie et cytogénétique)**

Docteure Chantal KOHLER

**43<sup>ème</sup> Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Biophysique et médecine nucléaire)**

Docteur Antoine VERGER (stagiaire)

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Radiologie et imagerie médicale)**

Docteur Damien MANDRY

**44<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)**

Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA - Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle AIMONE-GASTIN

Docteure Catherine MALAPLATE-ARMAND - Docteur Marc MERTEN - Docteur Abderrahim OUSSALAH

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Physiologie)**

Docteure Silvia DEMOULIN-ALEXIKOVA - Docteur Mathias POUSSEL – Docteur Jacques JONAS (stagiaire)

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Biologie Cellulaire)**

Docteure Véronique DECOT-MAILLERET

**45<sup>ème</sup> Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)**

Docteure Corentine ALAUZET - Docteure Hélène JEULIN - Docteure Véronique VENARD

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Parasitologie et mycologie)**

Docteure Anne DEBOURGOGNE

**46<sup>ème</sup> Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Epidémiologie, économie de la santé et prévention)**

Docteure Nelly AGRINIER - Docteur Cédric BAUMANN - Docteure Frédérique CLAUDOT - Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE

**2<sup>ème</sup> sous-section (Médecine et Santé au Travail)**

Docteure Isabelle THAON

**3<sup>ème</sup> sous-section (Médecine légale et droit de la santé)**

Docteur Laurent MARTRILLE

**47<sup>ème</sup> Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Hématologie ; transfusion)**

Docteure Aurore PERROT – Docteur Julien BROSEUS

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie)**

Docteure Lina BOLOTINE – Docteur Guillaume VOGIN

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Génétiq**

Docteure Céline BONNET

**48<sup>ème</sup> Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Réanimation ; Médecine d'urgence)**

Docteur Antoine KIMMOUN

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)**

Docteur Nicolas GAMBIER - Docteure Françoise LAPICQUE - Docteur Julien SCALA-BERTOLA

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Thérapeutique ; Médecine d'urgence ; addictologie)**

Docteur Nicolas GIRERD

**50<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Rhumatologie)**

Docteure Anne-Christine RAT

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Dermato-vénéréologie)**

Docteure Anne-Claire BURSZTEJN

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)**

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

**51<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE**

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire)**

Docteur Fabrice VANHUYSE

**52<sup>ème</sup> Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)**

Docteur Jean-Baptiste CHEVAUX – Docteur Anthony LOPEZ (stagiaire)

**53<sup>ème</sup> Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE, CHIRURGIE GÉNÉRALE ET MÉDECINE GÉNÉRALE**

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie générale)**

Docteur Cyril PERRENOT (stagiaire)

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Médecine générale)**

Docteure Elisabeth STEYER

**54<sup>ème</sup> Section : DEVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

**5<sup>ème</sup> sous-section : (Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale)**

Docteure Isabelle KOSCINSKI

**55<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Oto-Rhino-Laryngologie)**

Docteur Patrice GALLET

=====  
**MÂITRES DE CONFÉRENCES**

**5<sup>ème</sup> Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES**

Monsieur Vincent LHUILLIER

**7<sup>ème</sup> Section : SCIENCES DU LANGAGE : LINGUISTIQUE ET PHONETIQUE GENERALES**

Madame Christine DA SILVA-GENEST

**19<sup>ème</sup> Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE**

Madame Joëlle KIVITS

**64<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE**

Madame Marie-Claire LANHERS - Monsieur Nick RAMALANJAONA

**65<sup>ème</sup> Section : BIOLOGIE CELLULAIRE**

Madame Nathalie AUCHET - Madame Natalia DE ISLA-MARTINEZ - Monsieur Jean-Louis GELLY - Madame Ketsia HESS  
Monsieur Hervé MEMBRE - Monsieur Christophe NEMOS

**66<sup>ème</sup> Section : PHYSIOLOGIE**

Monsieur Nguyen TRAN

=====

**MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

Docteur Pascal BOUCHE – Docteur Olivier BOUCHY - Docteur Arnaud MASSON – Docteur Cédric BERBE  
Docteur Jean-Michel MARTY

=====

**DOCTEURS HONORIS CAUSA**

Professeur Charles A. BERRY (1982)  
*Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)*  
Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)  
*Brown University, Providence (U.S.A)*  
Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)  
*Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)*  
Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)  
*Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)*  
*Université de Pennsylvanie (U.S.A)*  
Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)  
*Research Institute for Mathematical Sciences de  
Kyoto (JAPON)*

Professeure Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS  
(1996)  
Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)  
*Université d'Helsinki (FINLANDE)*  
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)  
*Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIËTNAM)*  
Professeur Daniel G. BICHET (2001)  
*Université de Montréal (Canada)*  
Professeur Marc LEVENSTON (2005)  
*Institute of Technology, Atlanta (USA)*

Professeur Brian BURCHELL (2007)  
*Université de Dundee (Royaume-Uni)*  
Professeur Yunfeng ZHOU (2009)  
*Université de Wuhan (CHINE)*  
Professeur David ALPERS (2011)  
*Université de Washington (U.S.A)*  
Professeur Martin EXNER (2012)  
*Université de Bonn (ALLEMAGNE)*

## SERMENT :

« **A**u moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque ».

*A notre maître et président de jury :*

Monsieur le Professeur Jacques HUBERT,  
Professeur d'urologie.

Vous nous avez fait l'honneur de nous confier ce travail.  
Nous vous remercions de l'avoir dirigé.

Que ce travail soit le témoignage de notre gratitude  
pour tout ce que vous nous avez appris.

*A nos maîtres et juges :*

Monsieur le Professeur Damien LOEUILLE,  
Professeur de rhumatologie.

Nous vous remercions  
de votre accueil bienveillant.

Nous sommes très touchés par l'honneur  
que vous nous faites de juger cette thèse.

Monsieur le Professeur Pascal ESCWEGE,  
Professeur d'urologie.

Nous avons le privilège de bénéficier  
de votre expérience chirurgicale  
et de votre gentillesse, au quotidien.

Que ce travail soit le témoignage  
de notre respect et de notre admiration.

Monsieur le Docteur Nicolas HUBERT,  
Chirurgien urologue.

Merci de nous avoir transmis  
Vos connaissances en chirurgie urologique.

Nous sommes fiers  
que vous participiez à ce jury.

*A nos maîtres d'internat :*

Monsieur le Professeur LEMELLE  
Monsieur le Professeur MOLE  
Monsieur le Professeur GROSDIDIER  
Monsieur le Docteur FRISCH  
Monsieur le Docteur MULLER  
Monsieur le Docteur PELLERIN  
Monsieur le Docteur FERCHAUD  
Monsieur le Docteur SIX

*A tous ceux qui ont participé à ma formation :*

Monsieur le Docteur DE MISCAULT  
Monsieur le Docteur ANDRE  
Monsieur le Docteur BLOCK  
Madame le Docteur LEYDER  
Monsieur le Docteur PHILIPPE  
Monsieur le Docteur REGNIER  
Monsieur le Docteur REIBEL  
Monsieur le Docteur LAURAIN  
Monsieur le Docteur PILLOY  
Madame le Docteur SIAT  
Monsieur le Docteur KARAM  
Monsieur le Docteur TODOSI  
Madame le Docteur LEGNAME  
Monsieur le Docteur GRANDCLERE

*A mes chefs de chirurgie :*

A Olivier, tu m'as fait appris les bases de la chirurgie, merci de ton amitié.

Aux Freds (Papillon et Thibault), vous m'avez fait découvrir la spécialité avec sympathie et humour.

A Etienne, le meilleur d'entre nous.

A Pierre et Louis, j'espère être un chef aussi parfait que vous l'étiez avec moi, merci les amis.

*A mes co-internes :*

A François, ton amitié et tes ruses de Sioux m'ont aidés pendant tout cet internat, nous allons enfin reformer notre binôme.

A Anthony et Emir, enfin nous en terminons, heureux d'avoir passé ces cinq années avec vous.

A Marc merci de ton aide et de ton soutien, surtout lors de certaines journées difficiles aux HP Metz.

A Berte, le vrai Space Marine de la chirurgie.

A tous mes co internes de CGU, d'urologie et à tous les autres.

*Aux infirmières du service :*

Que ce soit au bloc, en consultation, ou en secteur, merci de l'aide que vous nous apportez au quotidien.

*A ma famille,*

A mes parents Elisabeth et Hubert, vous m'avez toujours soutenu et tellement aidé pour ce travail, sans vous je n'aurais pas réussi, merci pour tout l'amour que vous me portez.

A Mamie et Papy, enfin ce jour de thèse arrive, j'espère que vous serez fiers.

A Bonne Maman et Bon Papa, j'aurais aimé vous avoir pour ce jour particulier, je suis sûr que vous voyez ça de là haut.

A mes cousins, cousines, oncles et tantes, merci pour tous ces bon moments passés ensemble.

A Stéphane, aujourd'hui c'est mon tour, j'espère faire aussi bien que toi, tu es comme un frère.

A Camille, heureusement que tu étais là... merci de m'avoir aidé pour ce travail, soutenu et supporté au quotidien. Avec tout mon amour.

# **Sommaire :**

LISTE DES ABREVIATIONS : .....	18
LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES : .....	19
1. INTRODUCTION : .....	21
1.1. <i>Ergonomie et TMS</i> : .....	21
1.2. <i>Ergonomie &amp; chirurgie</i> : .....	22
1.2.1. Chirurgie ouverte : .....	22
1.2.2. Cœlioscopie standard (CS) : .....	22
1.2.3. Cœlioscopie hand assisted (CHA) : .....	24
1.2.4. Cœlioscopie robot assistée (CRA) : .....	25
1.2.5. L'aide opératoire : .....	28
1.3. <i>Diffusion et coût de la CRA</i> : .....	29
1.4. <i>But de l'étude</i> : .....	30
2. PATIENTS ET METHODE : .....	31
2.1. <i>Spécificités du prélèvement de rein chez le donneur vivant</i> : .....	31
2.2. <i>Critères d'inclusion et d'exclusion</i> : .....	33
2.2.1. Procédure donneur vivant apparenté : .....	33
2.2.2. Procédure de l'étude : .....	34
2.3. <i>Méthodes d'évaluation</i> : .....	35
2.3.1. Echelle de Borg : .....	35
2.3.2. NASA TLX : .....	35
2.3.3. Analyses statistiques : .....	36
3. RESULTATS : .....	37
3.1. <i>Recueil de données</i> : .....	37
3.1.1. Inclusion par centre : .....	37
3.1.2. Durée opératoire : .....	38
3.2. <i>Echelle de Borg chirurgien</i> : .....	39

3.2.1.	Cou :.....	39
3.2.2.	Epaule/ bras gauche : .....	40
3.2.3.	Epaule/bras droit : .....	41
3.2.4.	Bas du dos : .....	42
3.3.	<i>Score NASA-TLX chirurgien</i> : .....	44
3.3.1.	Charge générale de travail : .....	44
3.3.2.	Activité physique : .....	44
3.3.3.	Activité mentale : .....	44
3.3.4.	Frustration ressentie : .....	45
3.3.5.	Effort investi : .....	45
3.3.6.	Contrainte temporelle : .....	45
3.4.	<i>Echelle de Borg aide opératoire</i> : .....	46
3.4.1.	Cou : .....	46
3.4.2.	Epaule/bras gauche : .....	47
3.4.3.	Epaule/bras droit : .....	47
3.4.4.	Bas du dos : .....	48
4.	DISCUSSION : .....	50
4.1.	<i>Durée opératoire</i> : .....	50
4.2.	<i>Echelle de Borg chirurgien</i> : .....	51
4.3.	<i>Score NASA-TLX chirurgien</i> : .....	53
4.4.	<i>Aide-opératoire</i> : .....	54
4.5.	<i>Ergonomie de la CRA et perspectives:</i> .....	55
5.	CONCLUSION : .....	57
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES : .....	58
	REMERCIEMENTS : .....	62
	AUX CHIRURGIENS DES CENTRES PARTICIPANTS PAR ORDRE ALPHABETIQUE DE LEUR VILLE D'EXERCICE : .....	62
	ANNEXES : .....	64
	ANNEXE 1 : .....	64
	<i>Echelle CR 10 selon Borg</i> : .....	64

ANNEXE 2 : .....	65
<i>NASA TLX selon Hart</i> : .....	65
Annexe 3 : <i>NASA TLX en fonction de la technique chirurgicale</i> : .....	66

## **Liste des abréviations :**

ARC : Attaché de Recherche Clinique

CCTIRS : Comité Consultatif sur le Traitement de l'Information en matière de Recherche dans le domaine de la Santé

CRA : Cœliochirurgie Robot Assistée

CHA : Cœliochirurgie Hand Assisted

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

CS : Cœliochirurgie Standard :

NASA-TLX : National Aeronautics and Space Administration Task Load Index

STIC : Soutien aux Techniques Innovantes Coûteuses

TMS : Troubles Musculo-Squelettiques

## **Liste des tableaux et figures :**

Tableau 1 : Durée de l'intervention en fonction de la technique opératoire. ....	38
Tableau 2 : Durée opératoire chirurgien et aide en fonction de la technique chirurgicale .....	39
Figure 1 : position inconfortable en CS. (Service d'urologie CHU Nancy). ....	24
Figures 2a et 2b : intervention en CHA (CHU Nantes). ....	25
Figure 3 : position du chirurgien à la console en CAR. (Intuitive Surgical). ....	26
Figures 4a et 4b: positions extrêmes des réglages de la console Da Vinci Si (service d'urologie CHU Nancy).....	27
Figure 5 : bloc opératoire en CRA (Service d'urologie CHU Nancy).....	28
Figure 6: tableau des inclusions par centre.....	38
Figure 7 : évolution de l'échelle de Borg chirurgien au niveau du cou selon la technique en fonction du temps. ....	40
Figure 8: évolution de l'échelle de Borg chirurgien au niveau de l'épaule et du bras gauche selon la technique en fonction du temps.....	41
Figure 9 : évolution de l'échelle de Borg chirurgien au niveau de l'épaule et du bras droit selon la technique en fonction du temps.....	42
Figure 10: évolution de l'échelle de Borg chirurgien au niveau du bas du dos selon la technique en fonction du temps.....	43
Figure 11 : évolution de l'échelle de Borg aide chirurgien au niveau du cou selon la technique en fonction du temps.....	46
Figure 12 : évolution de l'échelle de Borg aide chirurgien au niveau de l'épaule/bras gauche selon la technique en fonction du temps.....	47

Figure 13 : évolution de l'échelle de Borg aide chirurgien au niveau de l'épaule/bras droit selon la technique en fonction du temps. ....	48
Figure 14 : évolution de l'échelle de Borg aide chirurgien au niveau du bas du dos selon la technique en fonction du temps. ....	49

# **1. Introduction :**

## **1.1. Ergonomie et TMS :**

Le terme ergonomie apparaît pour la première fois en Angleterre en 1949. Formé à partir du grec ergôn « travail » et nomos « loi ».

L'ergonomie est la science de l'adaptation du travail à l'homme. Elle recherche la meilleure adéquation possible entre les particularités physiques et mentales des travailleurs et les objectifs de production. Elle a pour but l'adaptation du travail à l'homme en analysant, notamment, les différentes étapes du travail, leur perception et la transmission de l'information à son équipe(1)(2). Dans de nombreuses professions, l'étude de l'ergonomie est devenue un enjeu majeur afin d'accroître la productivité, tout en diminuant les risques pour la santé au travail, ceci en atténuant le développement des troubles musculo-squelettiques (TMS)(3).

Les TMS regroupent plusieurs pathologies professionnelles, dont le dénominateur commun est la douleur. Leur origine est plurifactorielle (physique et psychologique), et ces troubles atteignent toutes les parties du corps humain qui permettent au professionnel la réalisation de son travail (atteinte des membres supérieurs, membres inférieurs, rachis cervical, rachis lombaire...). Les pathologies sont variables et dépendent des blessures occasionnées. Il peut s'agir de tendinites, de synovites, de douleurs musculaires, de compressions nerveuses... Ces TMS représentent un enjeu de santé publique majeur, et sont responsables, toutes professions confondues, de plus de 40 000 nouveaux cas d'accident de travail et maladie professionnelle en 2015(4).

En chirurgie, les TMS ont deux principales conséquences : ils affectent à long terme la santé du chirurgien, alors qu'à court terme la fatigue du chirurgien peut diminuer la qualité de son travail et indirectement compromettre la sécurité du patient. L'ergonomie et, par ce fait, la réduction du risque d'apparition de TMS, sont donc primordiaux.

## **1.2. Ergonomie & chirurgie :**

### ***1.2.1. Chirurgie ouverte :***

Les chirurgiens sont, depuis les débuts de la chirurgie ouverte, confrontés à des problèmes ergonomiques. L'installation du patient opéré est, en effet, la première étape de toutes les interventions chirurgicales. Elle doit veiller à la sécurité du patient ainsi qu'au confort de l'opérateur. L'organisation générale de la salle opératoire, la hauteur de la table opératoire, le positionnement et le design des différents instruments, ou encore le réglage des scialytiques sont autant d'éléments ergonomiques qui doivent être ajustés par l'opérateur afin d'optimiser chaque procédure(5)

### ***1.2.2. Cœlioscopie standard (CS) :***

De nouvelles contraintes ergonomiques(6) se sont développées consécutivement à l'introduction de techniques chirurgicales mini-invasives, et notamment au début des années 90, avec l'essor de la cœlioscopie. Cette technique chirurgicale a pour spécificité un accès au site opératoire par de petites incisions, qui permettent de positionner des trocarts. Du gaz carbonique permet de créer un pneumopéritoine, afin d'avoir un espace de travail suffisant dans la cavité abdominale. Les trocarts permettent ainsi

l'introduction d'une caméra qui assure la visualisation du site opératoire par le chirurgien et son équipe, ainsi que des instruments chirurgicaux.

La cœlioscopie est devenue une technique de référence pour de nombreuses interventions dans les différentes spécialités chirurgicales. En effet, cette technique a montré des avantages non négligeables pour les patients opérés. Les incisions plus courtes permettent des suites opératoires plus favorables. Les douleurs post opératoires et donc la consommation d'antalgique sont réduites, l'importance des cicatrices diminuée. In fine, le développement des techniques de cœlioscopie a permis de diminuer la durée d'hospitalisation et de convalescence post opératoire.

Mais la technique cœlioscopique pose plus de problèmes ergonomiques au chirurgien, avec l'apparition de troubles musculo-squelettiques, plus fréquents qu'en chirurgie ouverte(7)(8). En effet, la position fixe des trocars impose au chirurgien des contraintes plus importantes au niveau des membres supérieurs et des épaules. Les instruments de cœlioscopie et leur configuration imposent, pour la réalisation d'une même tâche, de développer une force quatre à six fois supérieure par rapport à la chirurgie ouverte(9). L'installation du patient, la position des colonnes vidéo, ou encore l'utilisation de pédales pour la diathermie obligent le chirurgien à adopter des positions extrêmes lors de l'intervention (Figure 1).



Figure 1 : position inconfortable en CS. (Service d'urologie CHU Nancy).

Enfin, l'utilisation d'un moniteur pour la caméra entraîne de nouvelles contraintes au niveau des cervicales et du rachis lombaire, ainsi qu'au niveau oculaire en générant, entre autre, des problèmes de vision : éblouissement, fatigue oculaire et clignement des yeux(10)(11).

### ***1.2.3. Coelioscopie hand assisted (CHA) :***

La coelioscopie dite «Hand Assisted» est une variante de la coelioscopie classique, où le chirurgien pratique une courte laparotomie. Cette laparotomie permet de faciliter un temps opératoire délicat, tel qu'une suture digestive en chirurgie générale ou encore le contrôle du pédicule vasculaire en chirurgie rénale (Figure2a et 2b).



**Figures 2a et 2b :** intervention en CHA (CHU Nantes).

#### ***1.2.4. Coelioscopie robot assistée (CRA) :***

Le robot chirurgical Da Vinci est rapidement apparu comme une révolution dans le domaine de la chirurgie mini-invasive et de l'ergonomie. Développé à partir de 1998 par la Société Intuitive Surgical, Inc., Sunnyvale, CA, USA, il a permis de conserver les

avantages de la coelioscopie traditionnelle (caractère mini-invasif), ceci associé à l'accès à une vision tridimensionnelle et à des instruments à sept degrés de liberté.

Ont rapidement été mises en évidence une précision chirurgicale et une ergonomie supérieure(12).

La spécificité du système Da Vinci vient du fait que le chirurgien n'agit pas directement sur le patient, mais par l'intermédiaire d'une console dite «maître». Les mouvements sont alors reproduits par le biais des différents bras articulés du robot, eux-mêmes amarrés à un chariot dit «esclave».

Il est à noter qu'en coelochirurgie avec assistance robotique, le chirurgien travaille en position assise, avant-bras en appuis sur la console et la tête penchée en avant vers l'écran (Figure 3).

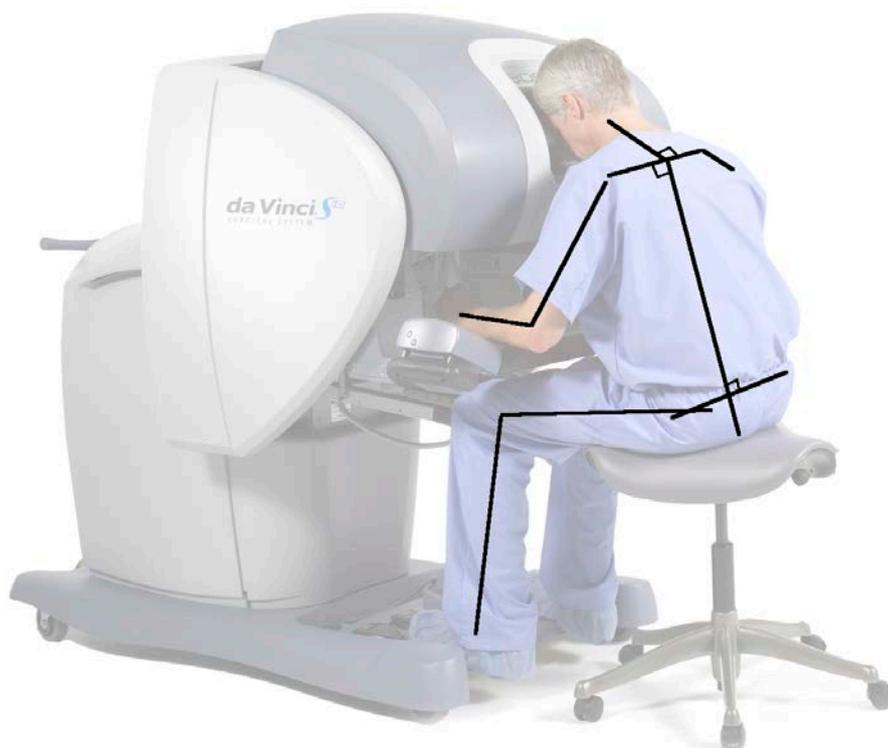
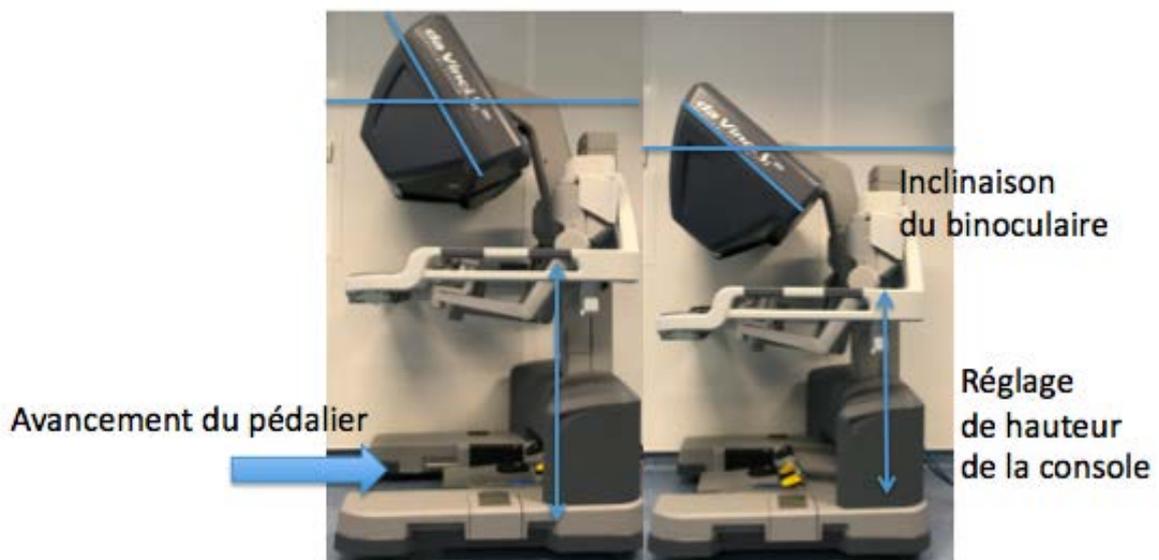


Figure 3 : position du chirurgien à la console en CAR. (Intuitive Surgical).

Cette console permet différents réglages dans toutes les dimensions. Le chirurgien peut adapter la hauteur et l'inclinaison des binoculaires, la hauteur de l'appui bras, la hauteur de son siège ou encore l'avancée du pédalier. Ainsi, chaque chirurgien peut adopter une position personnalisée, (Figure 4a et 4b), retrouvée automatiquement sur les versions récentes du robot. Les possibilités de réglage ont été également améliorées au fil de l'apparition des nouvelles générations de robot Da Vinci, S, Si, Xi. Toutes ces données laissent supposer une ergonomie supérieure de la CRA par rapport aux autres techniques chirurgicales.



Figures 4a et 4b: positions extrêmes des réglages de la console Da Vinci Si (service d'urologie CHU Nancy)

### 1.2.5. L'aide opératoire :

L'aide opératoire est soumis à des contraintes ergonomiques différentes selon la technique chirurgicale.

En chirurgie ouverte, CS ou CHA, l'assistant subit les mêmes sollicitations que l'opérateur principal, et ils adoptent la plupart du temps la même position. L'aide doit cependant s'adapter au chirurgien, en effet, en fonction des différences de taille, la hauteur de la table opératoire ou encore la position du moniteur peuvent ne pas être optimales pour l'assistant. La position des bras de l'opérateur est prioritaire et l'aide doit y adapter la position des siens.

Les différences d'ergonomie entre le chirurgien et son aide sont nettement plus importantes en CRA. Le chirurgien est assis à la console, à distance du champ opératoire. L'assistant est, quant à lui, habillé stérilement et agit directement sur le champ opératoire stérile érigé autour du patient. L'équipe chirurgicale (instrumentiste et aide opératoire) travaille en position assise, reconnue comme plus confortable, contrairement à la chirurgie ouverte et à la cœlioscopie, où l'équipe chirurgicale est debout. Ceci laisse supposer, a priori, une ergonomie (13)(Figure 5). Il a cependant à partager l'espace avec les bras du robot, ce qui entraîne des contraintes spécifiques.



Figure 5 : bloc opératoire en CRA (Service d'urologie CHU Nancy).

Les contraintes ergonomiques pour l'aide opératoire ont rarement été étudiées dans la littérature. Or, il faut noter que la qualité de l'aide opératoire peut influencer la qualité du geste chirurgical, notamment en CRA(14).

### **1.3. Diffusion et coût de la CRA :**

Il y a quinze ans, à ses débuts, la CRA est apparue comme une technique d'avenir pour la chirurgie. Elle est, aujourd'hui, largement diffusée avec plus de 3000 robots chirurgicaux implantés dans le monde(15).

En France, on recensait 94 robots Da Vinci (Mai 2016) tous les Centres Hospitaliers Universitaires (C.H.U.), à l'exception de Reims, et certains centres privés sont dotés de robots chirurgicaux. Le robot est utilisé pour tous les types de chirurgies : urologie, gynécologie, chirurgie digestive, chirurgie vasculaire ... Et ce malgré son coût plus élevé (achat, maintenance, instruments). Ceci peut se justifier car la CRA permet, grâce à la vue tridimensionnelle et aux sept degrés de liberté des bras du robot, d'allier les avantages du caractère mini invasif de la cœlioscopie à la sécurité de la voie ouverte(16).

En revanche, l'avantage ergonomique supposé de la CRA par rapport aux autres techniques chirurgicales n'a que rarement été étudié.

#### **1.4. But de l'étude :**

L'objectif de ce travail est d'étudier les caractéristiques ergonomiques (contraintes physiques, mentales et charge de travail globale) du chirurgien et de son aide selon les différentes techniques chirurgicales pour une même intervention de néphrectomie.

Il est basé sur les données de l'étude DOVIREIN (étude nationale comparant quatre techniques de prélèvement de rein en vue de greffe donneur vivant apparenté).

## **2. Patients et méthode :**

Pour réaliser notre étude, nous avons utilisé la base de données DOVIREIN. Il s'agit d'une étude nationale prospective, multicentrique, contrôlée, en groupes parallèles, comparant quatre techniques de prélèvement chez les patients faisant don d'un rein pour une greffe donneur vivant apparenté.

Les quatre techniques étudiées sont la chirurgie ouverte (lombotomie ou laparotomie), la coeliochirurgie standard (CS), la coeliochirurgie Hand Assisted (CHA) et la coeliochirurgie avec assistance robotique (CRA).

L'étude est financée par le ministère de la santé, dans le cadre du programme de Soutien aux Techniques Innovantes Coûteuses (STIC) hors champ du cancer, de l'année 2009.

### **2.1. Spécificités du prélèvement de rein chez le donneur vivant :**

En 2014, le rapport REIN de l'agence de biomédecine(17) faisait état de 15783 patients atteints d'insuffisance rénale chronique terminale inscrits sur la liste d'attente de greffe rénale. Seul 3241 patients ont été greffés, dont 514 à partir de greffons en provenance d'un donneur vivant. Le nombre de greffes à partir d'un donneur vivant est en constante augmentation, depuis les nouvelles lois de bioéthiques de 2007 et 2011(18). En France, trente-quatre CHU ont l'agrément pour pratiquer ce type de transplantation.

Ce type de prélèvement nécessite une sécurité maximale pour le donneur. En effet, il s'agit d'un patient sain qui fait don d'un rein à un proche, et, dans ce contexte, les équipes pratiquant cette chirurgie doivent mettre en œuvre tous les moyens nécessaires à la prévention des complications chirurgicales.

L'intérêt pour notre étude est qu'il s'agit de patients nécessitant un suivi régulier et strict en néphrologie, ce qui a permis de rendre quasiment nul le nombre de perdus de vue.

Plusieurs techniques de prélèvements sont utilisées en France; représentatives des techniques de chirurgie du rein : ouverte, CS, CHA, CRA. Chaque centre pratiquait une seule technique.

La méthode traditionnelle est la chirurgie ouverte par lombotomie(19).

Néanmoins le prélèvement de rein chez le donneur vivant justifie le développement de techniques opératoires mini invasives afin de minimiser l'importance des cicatrices, les douleurs du patient, d'améliorer les suites post-opératoires, et, in fine, la durée d'hospitalisation(20).

Dans ce cadre, certaines équipes ont développé le prélèvement par voie coelioscopique. Il s'agit d'une technique sûre, apportant tous les avantages cités précédemment. Le second point à soulever concernant l'intervention par voie coelioscopique est la nécessité d'un apprentissage chirurgical plus difficile de cette technique, avec une courbe d'apprentissage plus longue.

La coelioscopie dite «Hand Assisted» est une variante de la coelioscopie classique : pour faciliter le contrôle du pédicule vasculaire, le chirurgien pratique une courte laparotomie médiane ou pararectale afin d'introduire son avant-bras et de contrôler le pédicule manuellement.

Enfin, plus récemment, la voie d'abord coelioscopique avec assistance robotique s'est développée. Les caractéristiques de cette voie d'abord semblent permettre une meilleure sécurité pour le patient donneur, avec une excellente qualité du prélèvement rénal(21)(22).

## **2.2. Critères d'inclusion et d'exclusion :**

Les patients inclus étaient des membres de l'entourage de patients receveurs dialysés ou en insuffisance rénale préterminale à qui ils se proposaient d'offrir un rein, et dont la greffe était susceptible d'intervenir dans la période de Juillet 2010 à Avril 2013, soit un étalement de 21 mois. Les patients refusant le protocole et ceux dont le suivi à trois mois post greffe n'avait pas été possible ont été exclus.

### ***2.2.1. Procédure donneur vivant apparenté :***

Les patients bénéficiant de la néphrectomie avaient leur receveur inscrit sur la liste d'attente des transplantations rénales et signaient un consentement écrit. L'information sur les modalités de l'étude était délivrée par le néphrologue et le chirurgien au donneur ainsi qu'au receveur. Une déclaration au juge du Tribunal de Grande Instance était légalement requise. Le comité d'expert de l'Agence de Biomédecine devait, quant à lui, valider la procédure. Les déclarations de greffe étaient centralisées par l'Agence de Biomédecine.

### *2.2.2. Procédure de l'étude :*

L'étude a été approuvée par le Comité Consultatif sur le Traitement de l'Information en matière de Recherche dans le domaine de la Santé (CCTIRS), ainsi qu'à la Commission Nationale Informatique et Liberté (CNIL) N°910068.

Vingt centres appliquant une technique spécifique participaient à cette étude. Six centres (Caen, Lille, Marseille, Saint-Etienne, Besançon, Paris Tenon) pratiquaient le prélèvement selon la technique ouverte. Six centres (Grenoble, Lyon, Paris Necker, Suresne Foch, Toulouse, Lyon Sud) réalisaient les prélèvements en CS. Trois centres (Nantes, Montpellier, Clermont-Ferrand) prélevaient en CHA. Trois centres (Nancy, Nice, Tours) utilisaient la voie cœlioscopique avec assistance robotique. Deux centres (Paris la Pitié, Paris Mondor) ont commencé l'étude en CS et ont évolué vers une technique de prélèvement en CRA.

Dans chaque centre, un seul opérateur (exceptionnellement deux) réalisait le prélèvement. Tous avaient terminé leur courbe d'apprentissage, et les chirurgiens qui prélevaient en cœliochirurgie assistée par robot et étaient en début d'expérience bénéficiaient de l'aide d'un chirurgien expert lors des premières procédures.

Au cours de l'étude, si un centre modifiait ses pratiques en réalisant deux techniques de prélèvement, ce centre était exclu. Une évolution d'une technique ouverte, CS ou CHA vers la robotique, était cependant autorisée.

La présence d'un Assistant de Recherche Clinique (ARC) durant chaque procédure permettait de standardiser l'enregistrement des données per & postopératoires.

## **2.3. Méthodes d'évaluation :**

### ***2.3.1. Echelle de Borg :***

Le chirurgien et son aide opératoire devaient remplir chacun un questionnaire toutes les 30 minutes, déterminant la perception de l'effort investi en fonction du temps selon l'échelle de Borg CR-10, pour chaque partie du corps sollicitée(Annexe 1)(23)(24). Cette échelle mesure donc l'effort investi, en associant les différentes sensations d'effort, de stress et de fatigue. Plusieurs articles ont montré une corrélation entre cette échelle et la réponse physiologique à l'effort (fréquence cardio-respiratoire, acidose sanguine) (25). Le chirurgien et son aide cotaient l'effort de 0 (absent) à 10 (dur). Quatre parties du corps étaient évaluées : le cou, l'épaule/bras droit, l'épaule/bras gauche et le bas du dos.

### ***2.3.2. NASA TLX :***

Le score National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA TLX) (Annexe 2) a été développé par la NASA afin d'évaluer la charge de travail des contrôleurs aériens. Sa reproductibilité dans d'autres domaines n'est plus à démontrer(26)(27). Cet outil permet d'analyser la charge de travail lors des tâches complexes, via l'analyse des différentes contraintes : physiques, mentales, perception de la performance réalisée, frustration ressentie, et effort perçu. Le chirurgien remplissait une échelle visuelle analogique de 0 (très faible) à 100 (très importante) en fin de procédure, donnant ainsi une évaluation globale de l'ensemble de la charge de travail.

### **2.3.3. Analyses statistiques :**

Les variables étaient analysées à l'aide d'une ANOVA à un facteur (ou test de Wilcoxon/Kruskal-Wallis) pour les variables quantitatives et d'un test de Khi-2 (ou test exact de Fisher) pour les variables qualitatives selon le respect des conditions d'utilisation des tests.

## **3. Résultats :**

### **3.1. Recueil de données :**

Au total, 264 patients ont été inclus dans l'étude. Nous avons recueilli 258 questionnaires chirurgiens, 65 dans le groupe lombotomie, 64 dans le groupe CS, 65 dans le groupe CHA et 64 dans le groupe CRA. Nous avons également relevé 256 questionnaires pour les aides opératoire.

#### ***3.1.1. Inclusion par centre :***

Le schéma (Figure 6) représente le nombre de patients inclus par centre. Il faut noter que Nantes était le premier centre pour la CHA avec 70% des patients CHA inclus. Le CHU de Nancy représentait le premier centre de prélèvements réalisés en CRA. Les centres Paris La Pitié et Paris-Mondor ont modifié leur technique, en passant de la CS à la CRA en cours d'étude.

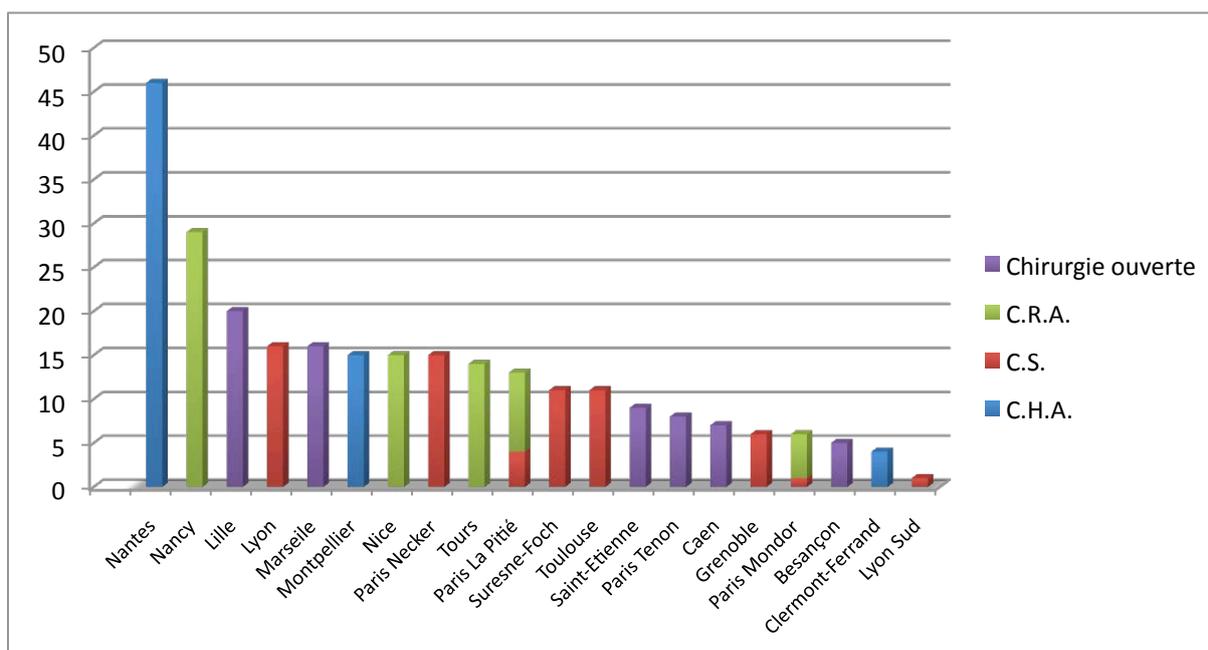


Figure 6: tableau des inclusions par centre.

### 3.1.2. Durée opératoire :

On relève une durée opératoire moyenne de 202,7 min en CRA, cette valeur était significativement ( $p < 0,0001$ ) plus élevée que dans les autres techniques (CHA 157,5 min, CS 173,6 min, ouverte 182,8). (Tableau 1)

	Chirurgie ouverte		Coelio H.A		Coelio pure		Robot		p*
	N	%/moy	N	%/moy	N	%/moy	N	%/moy	
Durée de l'intervention (min)	65	182,8	65	157,5	65	173,6	69	202,7	<0,0001

Tableau 1 : Durée de l'intervention en fonction de la technique opératoire.

On retrouve une différence significative de durée opératoire en CHA ( $p < 0,001$ ) entre le chirurgien (121,1 minutes) et son aide (151,2 minutes).

Les autres techniques opératoires (Chirurgie ouverte, CS et CRA) n'ont pas présenté de différence significative, en revanche la durée opératoire de l'aide chirurgien était toujours supérieure à celle du chirurgien. (Tableau 2)

	Type de don		Test
	Chirurgien N=258	Aide-Chirurgien N=256	
Lombotomie			T-test P = 0.289
N	65	65	
mean (std)	165.8 (43.3)	176.0 (63.3)	
min / max	90.0 / 273.0	58.0 / 353.0	
Coelio pure			T-test P = 0.160
N	64	62	
mean (std)	160.8 (51.9)	174.6 (57.3)	
min / max	85.0 / 291.0	91.0 / 400.0	
Coelio H.A			T-test P = <0.001
N	65	65	
mean (std)	121.1 (43.4)	151.2 (41.4)	
min / max	88.0 / 330.0	90.0 / 330.0	
Robot			T-test P = 0.261
N	64	64	
mean (std)	189.0 (58.8)	200.9 (61.2)	
min / max	120.0 / 356.0	132.0 / 365.0	

**Tableau 2: Durée opératoire chirurgien et aide en fonction de la technique chirurgicale**

### 3.2. Echelle de Borg chirurgien :

Cette échelle représente la perception de l'effort investi en fonction du temps et du segment corporel.

#### 3.2.1. Cou :

On ne retrouve pas de différence significative entre les différentes techniques opératoires. L'effort au niveau du cou semble globalement moins important en CRA,

avec des chiffres à la limite de la significativité entre 60 et 90 minutes d'intervention (Borg : 0,2 p=0,0582 à 60 min et Borg 0,4 p=0,0587 à 90min). (Figure 7)

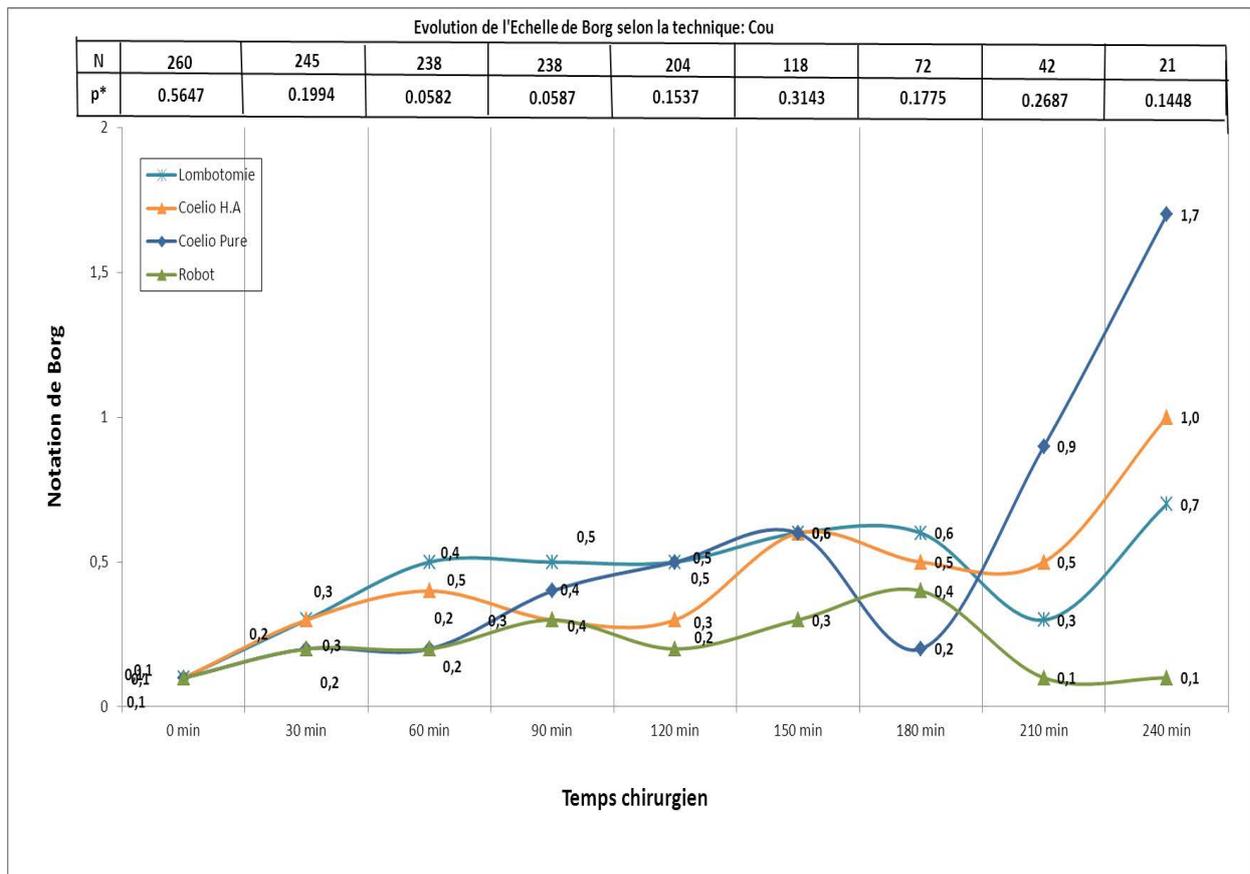


Figure 7 : évolution de l'échelle de Borg chirurgical au niveau du cou selon la technique en fonction du temps.

### 3.2.2. Epaule/ bras gauche :

Concernant le couple épaule/bras gauche, la CRA paraît procurer un confort supérieur, avec une différence significative dès 150 minutes d'intervention (Borg : 0,1 p=0,0072 à 150min ; Borg : 0,1 p=0,0005 à 180 min ; Borg 0,1 p=0,0041 à 210 min et Borg : 0 p=0,0293 à 240 min). Il faut aussi relever que l'inconfort est plus important de 150 min à 240 min en CHA avec des valeurs de Borg élevées de 0,8 à 2,0(Figure 8).

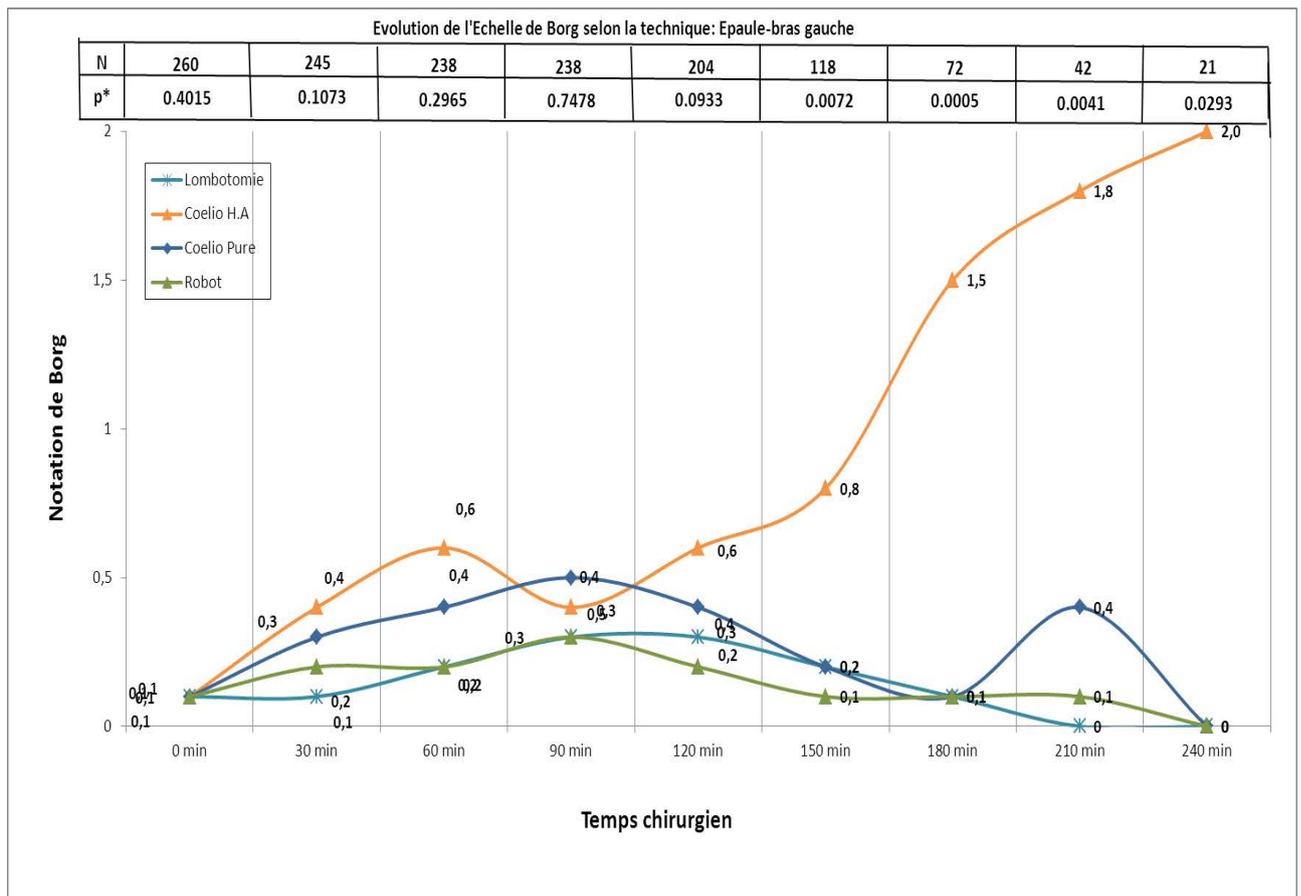


Figure 8: évolution de l'échelle de Borg chirurgical au niveau de l'épaule et du bras gauche selon la technique en fonction du temps.

### 3.2.3. Epaule/bras droit :

Les données sont assez similaires pour l'épaule/bras droit. En effet, on retrouve une différence significative à 150 minutes d'intervention (Borg : 0,2 p=0,0363) ; en limite de significativité à 180 minutes (Borg : 0,1 p=0,0882) ; puis à nouveau significative à 210 minutes (Borg : 0 p=0,0111). Comme pour le membre supérieur gauche, les scores sont plus élevés en CHA à partir de 150 min avec des valeurs atteignant 1,8(Figure 9).

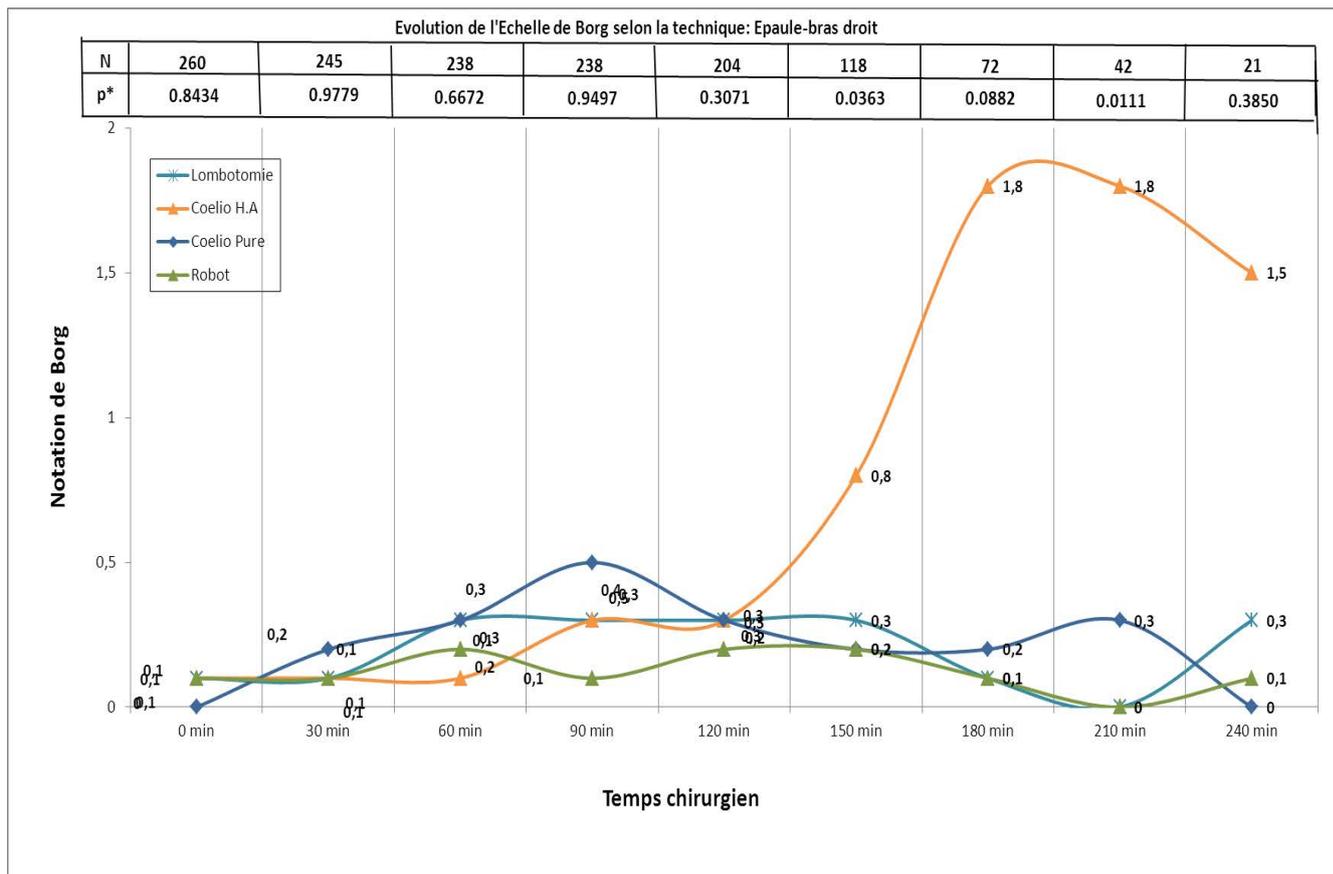


Figure 9 : évolution de l'échelle de Borg chirurgien au niveau de l'épaule et du bras droit selon la technique en fonction du temps.

### 3.2.4. Bas du dos :

En revanche, l'effort demandé semble plus important au niveau du bas du dos en chirurgie robotique, avec des valeurs d'échelle de Borg significativement plus élevées dès le début de l'intervention. Cette différence s'estompe pour les valeurs relevées à 210 minutes (Borg : 1,1 p=0,1729) et 240 minutes (Borg : 0,8 p=0,0520) (Figure 10).

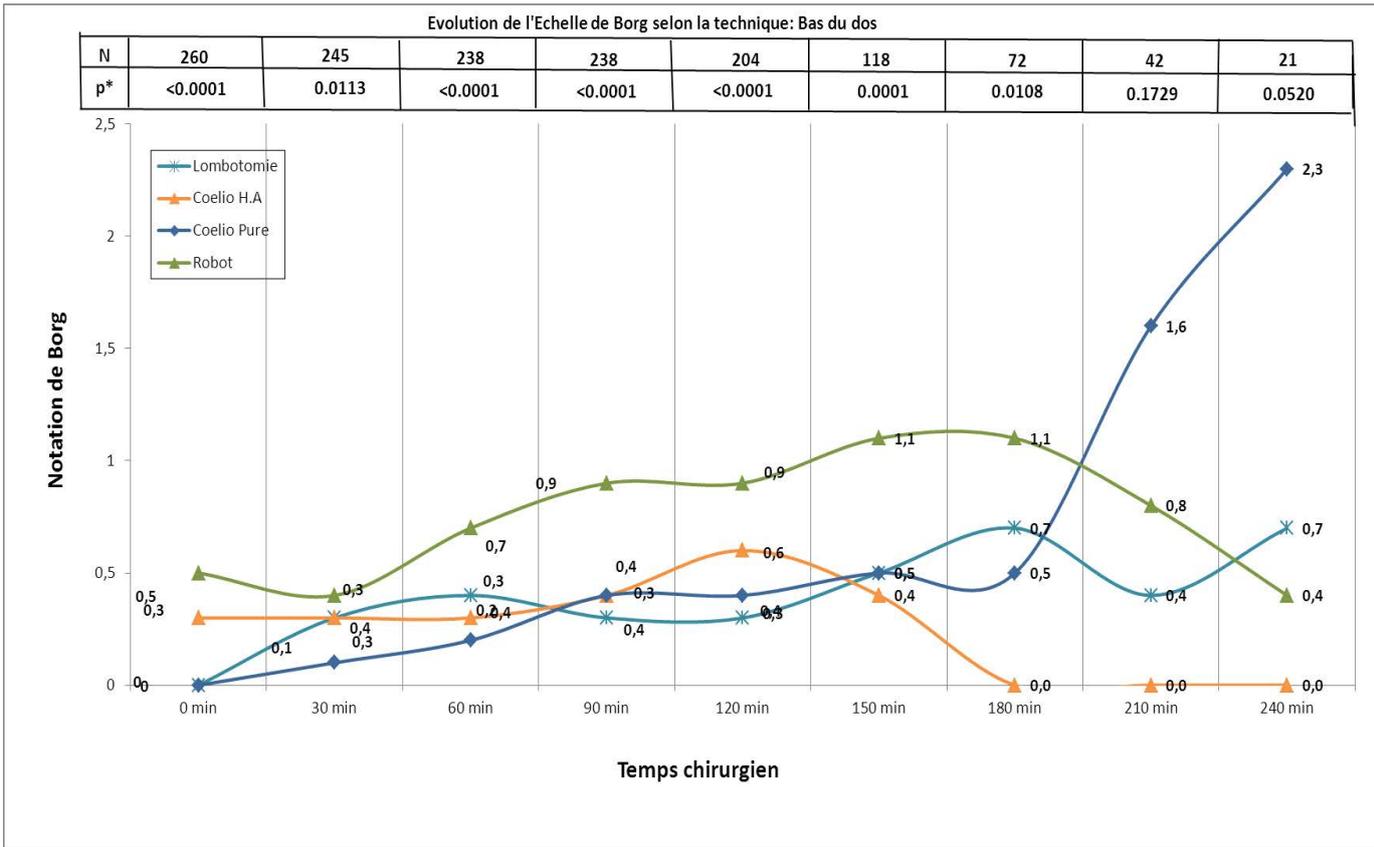


Figure 10: évolution de l'échelle de Borg chirurgien au niveau du bas du dos selon la technique en fonction du temps.

### **3.3. Score NASA-TLX chirurgien :**

Ce score représente l'évaluation de la charge de travail : analyse des différentes contraintes : physiques, mentales, perception de la performance réalisée, frustration ressentie, et effort perçu. Les résultats sont détaillés en annexe (Annexe 3).

#### ***3.3.1. Charge générale de travail :***

On retrouve une différence significative de la charge générale de travail entre les différentes techniques, la valeur du score est de 72,062 pour la lombotomie, de 65,274 pour la CS, de 48,297 pour la CHA, et de 73,879 pour la CRA ( $p < 0,0001$ ).

#### ***3.3.2. Activité physique :***

L'activité physique est significativement moins importante en chirurgie robotique à 41,773 contre 54,538 en lombotomie, 53,156 en CHA et 52,226 en CS ( $p = 0,0085$ ).

#### ***3.3.3. Activité mentale :***

Du point de vue de l'activité mentale, les différences sont également significatives avec un score de 83,754 pour la lombotomie, 70,806 pour la CS, 73,355 pour la CHA et 73,167 pour la CRA ( $p < 0,0001$ ).

#### **3.3.4. Frustration ressentie :**

Pour la frustration ressentie, on notait un score significativement plus élevé pour la chirurgie robotique, à 29,742, contre 22,938 pour la lombotomie, 23,548 pour la CS, et 10,313 pour la CHA ( $p < 0,0001$ ).

#### **3.3.5. Effort investi :**

Concernant les chirurgiens qui opèrent en lombotomie, l'effort investi est supérieur à celui de ceux qui utilisent les autres techniques opératoires. Celui-ci est, en effet, de 77,385 pour la lombotomie, de 68,984 pour la CS, de 64,797 pour la CHA, et de 72,515 pour la robotique ( $p = 0,0019$ ).

#### **3.3.6. Contrainte temporelle :**

En terme de contrainte temporelle, on rapporte une différence significative en défaveur de la CRA. La valeur du score NASA TLX est de 28,818 en CRA, 9,143 en CHA, 17,484 en CS et 23,354 en chirurgie ouverte ( $p < 0,0001$ ).

### 3.4. Echelle de Borg aide opératoire :

Comme nous l'avons vu précédemment, la position et les contraintes de l'aide sont différentes selon les techniques chirurgicales. Puisqu'il est déjà démontré que la qualité et l'expérience de l'aide opératoire peuvent influencer sur le résultat de la chirurgie, il apparait donc important d'étudier ses contraintes de façon spécifique.

Dans notre étude, l'échelle de Borg en fonction du temps a également été relevée chez l'aide opératoire.

#### 3.4.1. Cou :

Concernant l'aide opératoire, pour le cou, on note une différence significative à 120 minutes d'intervention, en défaveur de la CRA ( $p < 0,05$ ). (Figure 11)

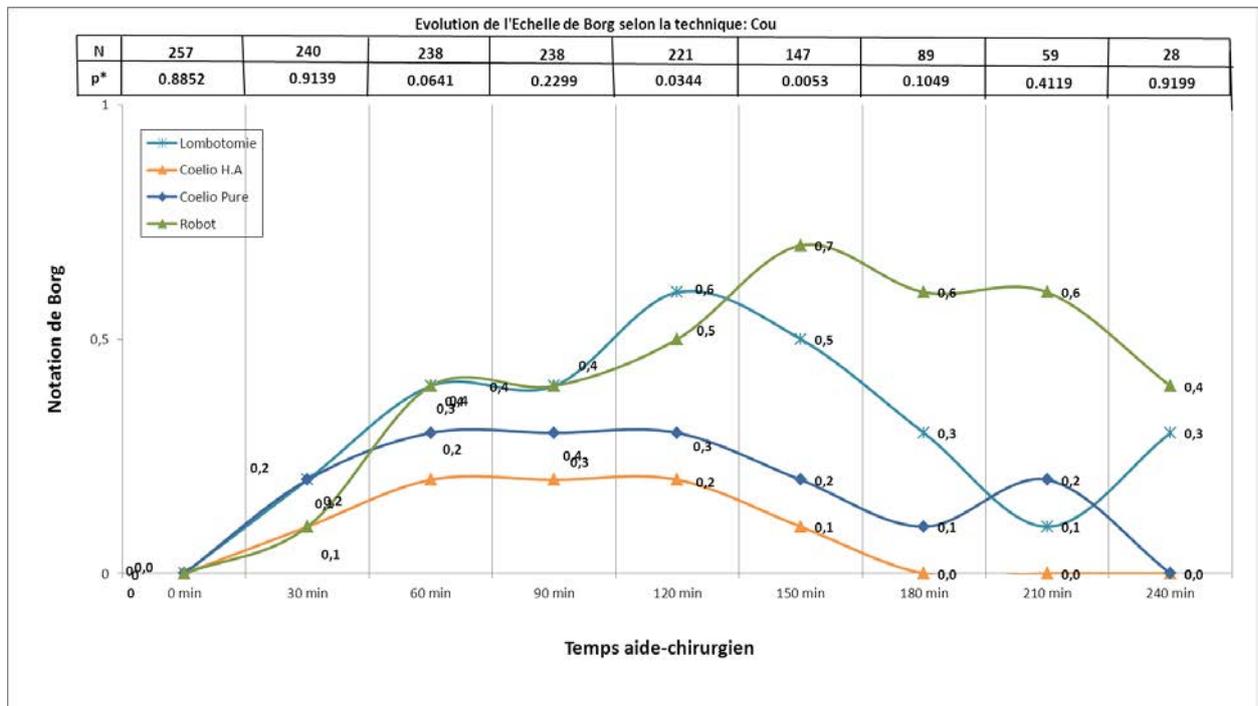


Figure 11 : évolution de l'échelle de Borg aide chirurgien au niveau du cou selon la technique en fonction du temps.

### 3.4.2. Epaule/bras gauche :

Au niveau de l'épaule/du bras gauche, on retrouve uniquement une différence significative à 150 minutes d'intervention, avec une valeur de Borg à 0,5, en défaveur de la CRA (p=0,0417) (Figure 12).

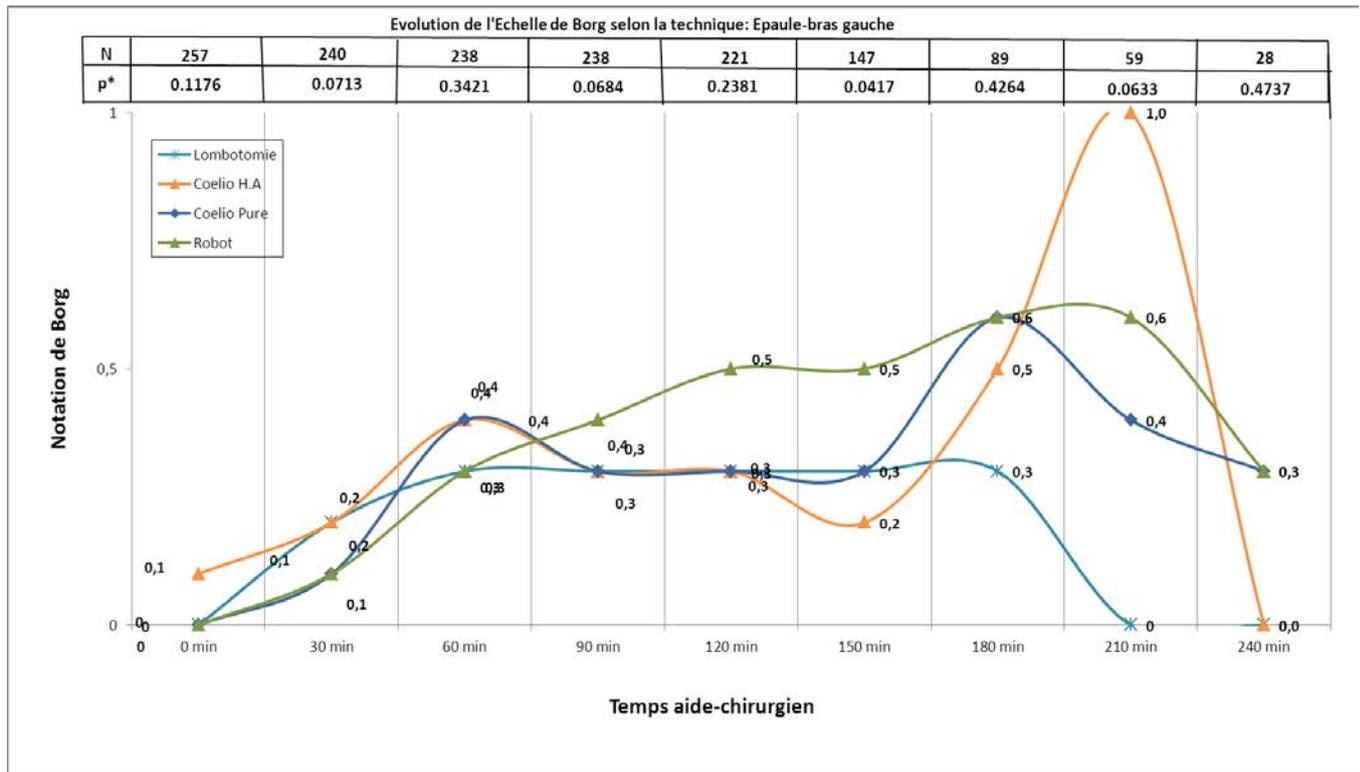


Figure 12 : évolution de l'échelle de Borg aide chirurgien au niveau de l'épaule/bras gauche selon la technique en fonction du temps.

### 3.4.3. Epaule/bras droit :

L'épaule/bras droit sont particulièrement sollicités chez les aides opératoire en chirurgie robotique. En effet, les chiffres montrent une différence significative entre 60 et 150 minutes d'intervention avec de valeurs de Borg entre 0,4 et 0,8 (p<0,05) (Figure 13).

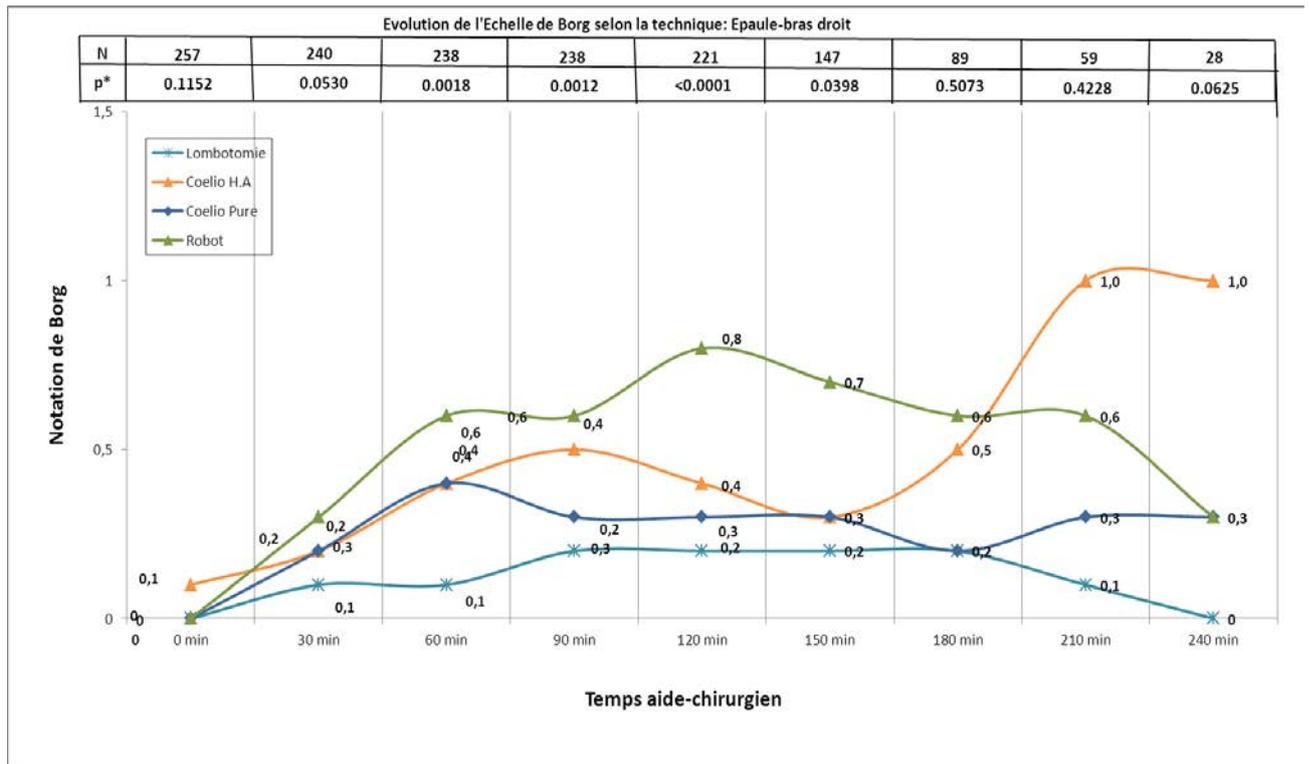


Figure 13 : évolution de l'échelle de Borg aide chirurgien au niveau de l'épaule/bras droit selon la technique en fonction du temps.

#### 3.4.4. Bas du dos :

Les valeurs de l'échelle de Borg pour le bas du dos sont également moins bonnes en CRA. On relève une cotation entre 0,7 et 1,1 de 60 à 150 minutes d'intervention ( $p < 0,05$ ) (Figure 14).

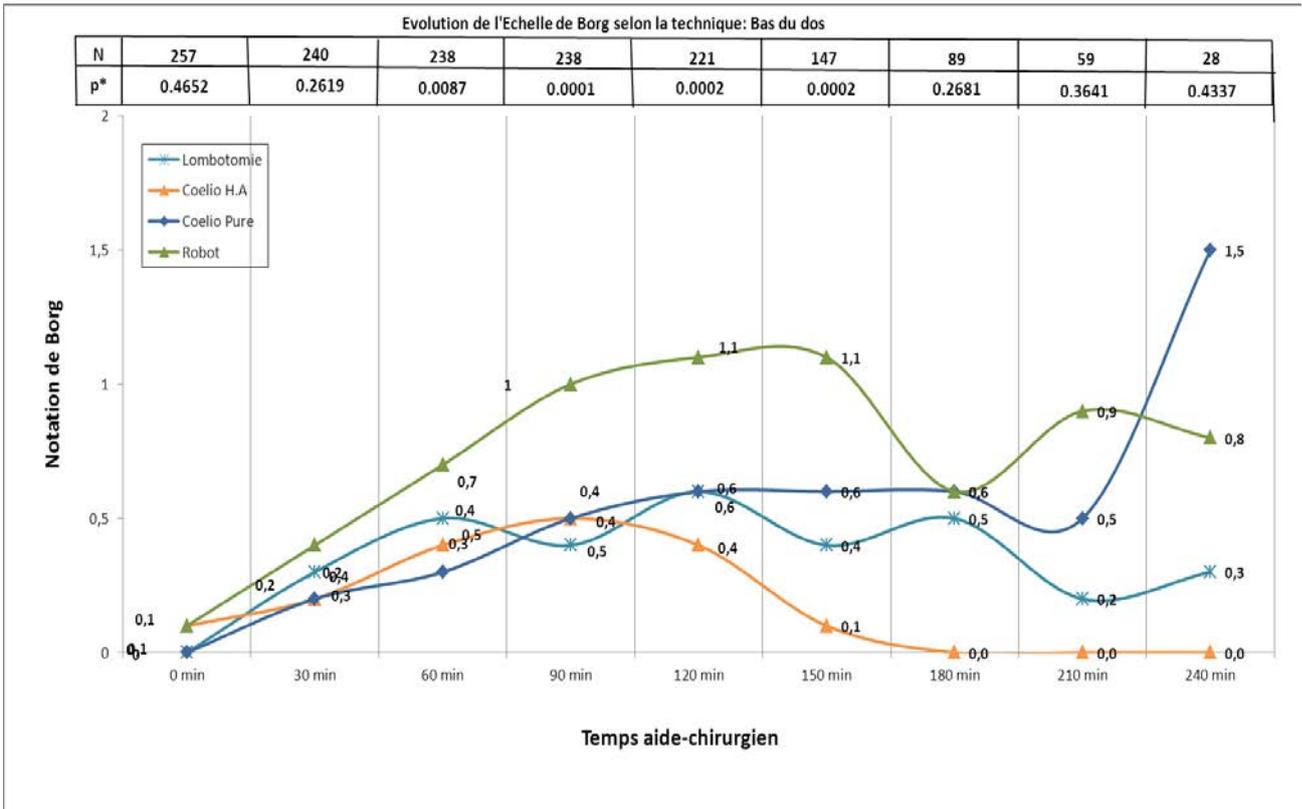


Figure 14 : évolution de l'échelle de Borg aide chirurgien au niveau du bas du dos selon la technique en fonction du temps.

## **4. Discussion :**

Les contraintes ergonomiques de la CS et de la CHA par rapport à la chirurgie classique ont été largement décrites(28). Plusieurs études comparant la cœlioscopie classique à la chirurgie avec assistance robotique ont démontré la présence de douleurs chez les chirurgiens pratiquant la laparoscopie classique avec, notamment, des douleurs prédominant au niveau du dos et des membres supérieurs, qui peuvent faire le lit de futur TMS(8)(29). Cependant, nous n'avons retrouvé aucune étude comparant quatre techniques opératoires pour une même intervention.

L'objectif de notre étude était donc d'évaluer sur le plan ergonomique, en parallèle, quatre techniques différentes (CRA, CS, CHA et chirurgie ouverte) pour une même intervention (néphrectomie dans le cadre du don de rein).

L'autre originalité provient de l'intérêt porté à l'aide opératoire. Celui-ci est rarement étudié dans la littérature, bien que son rôle soit majeur dans le bon déroulement d'une procédure chirurgicale.

### **4.1. Durée opératoire :**

Dans notre étude, les durées opératoires moyennes s'échelonnaient entre 157,5 minutes pour la CHA et 202,7 minutes pour la CRA, avec une différence significative pour la CHA. Ces chiffres sont comparables aux données de la littérature(30).

Cette différence significative pourrait être expliquée par la présence de centres en début d'expérience de la CRA. Dans cette étude, le centre le plus expérimenté en CRA était le CHU de Nancy, où la durée opératoire moyenne était de 160,3 min. Ce chiffre est

comparable à la CHA. Il est donc probable que nos résultats de durée d'intervention en défaveur de la CRA soient liés à l'expérience débutante de certains centres malgré les précautions apportées (proctoring) ; deux d'entre eux sont par exemple passés de la CS à la CRA au cours de l'étude du fait de l'acquisition du robot.

Concernant la CHA, plus de 70% des patients CHA ont été inclus par le même centre (Nantes). Un biais par effet de centre pourrait être responsable de ces résultats.

La différence de durée opératoire en CHA est également significative entre le chirurgien et l'aide chirurgien. (30 min de plus pour l'aide alors qu'elle n'est que de 10-15 mn pour les autres techniques). On peut expliquer ce chiffre aisément car, au CHU de Nantes, l'aide termine seul la fermeture, et le chirurgien quitte la salle opératoire pour aller débiter la greffe plus rapidement. Dans la plupart des autres centres, l'opérateur principal assiste son aide pour la fermeture.

Enfin, la durée opératoire est toujours supérieure pour les assistants, qui sont, dans les centres universitaires, des chirurgiens en formation : la tâche de la fermeture du patient leur est généralement confiée, et ils participent à la réalisation des pansements avec l'infirmière.

#### **4.2. Echelle de Borg chirurgien :**

Nos résultats confirment un intérêt de l'assistance robotique en ce qui concerne les membres supérieurs du chirurgien, avec des scores de pénibilité plus faibles que pour les autres techniques. Cela est statistiquement significatif à de nombreuses reprises et on peut par ailleurs constater que les courbes de CRA sont globalement toujours plus basses que les autres pour tous les segments du corps sauf pour le bas du

dos. Ceci est conforme à ce que l'on retrouve dans d'autres travaux, notamment en chirurgie bariatrique sous CRA(31). Une étude observationnelle réalisée chez 1407 chirurgiens de toutes spécialités rapportait un taux d'inconfort physique chez 55,4% des opérateurs pratiquant la chirurgie laparoscopique, 36,3% pour ceux pratiquant la chirurgie ouverte, et seulement 8,3% associé à la chirurgie robotique(12).

Ces résultats sont expliqués par plusieurs équipes, qui ont comparé les tracés électromyographiques des chirurgiens en CS et en CRA. Grâce à cela, les auteurs ont pu démontrer un travail musculaire plus faible, essentiellement au niveau des muscles trapèzes, deltoïdes, triceps, et biceps en chirurgie robotique(32)(33). Nous n'avons pas retrouvé de tels travaux pour la chirurgie ouverte.

La CHA a des tracés particuliers avec une contrainte physique au niveau des bras qui augmente rapidement avec le temps et devient importante à partir de 150 min ; cela est expliqué par la position particulière du chirurgien (Figure 2 a et b).

Malgré cela, nous avons tout de même retrouvé des contraintes physiques plus importantes pour la chirurgie robotique au niveau de squelette axial (bas du dos). Ceci pourrait être lié à la position assise, tronc penché en avant et tête inclinée, (Figure 3) et donc à un réglage imparfait de la console. Dans cette étude, nous ne disposions pas de données concernant l'âge, les caractéristiques physiques (taille, poids, indice de masse corporelle...) ou encore des habits (activités physiques, sportives...) des chirurgiens pratiquant le prélèvement. En effet, ces données auraient pu constituer un facteur de confusion dans notre travail. Les scores mesurent cependant l'évolution par rapport au taux de base à T0, ce qui corrige une éventuelle différence anthropométrique.

Un meilleur réglage de la console, en bénéficiant des conseils d'un ergonome, permettrait probablement d'améliorer les douleurs rachidiennes. Enfin, il n'y avait pas de mesure d'échelle de Borg au niveau des jambes des opérateurs. Nous aurions

probablement pu trouver un avantage significatif en faveur de la CRA, la position assise diminuant les contraintes au niveau des membres inférieurs.

### **4.3. Score NASA-TLX chirurgien :**

L'étude score NASA-TLX a montré une activité physique globale plus faible chez le chirurgien robotique par rapport aux autres méthodes. Cependant, la charge générale de travail ressentie était statistiquement plus élevée en CRA qu'en CHA notamment. L'étude des composantes « effort investi », « frustration ressentie » et « performance personnelle » montre également des résultats qui semblent statistiquement favorables à la CHA. Ces chiffres pourraient cependant témoigner d'un effet de centre dans notre étude, où 70 % des CHA étaient réalisées dans un centre unique. Il faut aussi rappeler que deux centres de notre étude sont passés de la CS à la CRA pendant la période d'inclusion, ceci pourrait expliquer des scores NASA-TLX en défaveur de la CRA pour ces composantes.

On peut également noter que la chirurgie ouverte demande une activité mentale, activité physique et un effort investi supérieurs aux autres techniques ; ceci peut être un argument supplémentaire en faveur d'une évolution de la chirurgie vers les techniques mini-invasives.

En outre, on remarque que l'évaluation des « contraintes temporelles » par le score NASA-TLX montre une différence significative pour la CRA. Ceci peut s'expliquer par une durée d'intervention légèrement plus élevée en chirurgie robotique. Cette différence temporelle peut être liée au temps de « docking » du robot. Il s'agit d'un temps opératoire spécifique à la CRA qui correspond à l'amarrage du chariot esclave du

robot au patient. Ce temps est évalué à environ 20,5 min avec le robot Da Vinci SI. Cette durée est réduite avec la dernière génération de robot Da Vinci Xi(34).

#### **4.4. Aide-opérateur :**

A l'inverse, les résultats sont plutôt en défaveur de la chirurgie robotique en terme d'ergonomie de l'aide opératoire. Les segments corporels les plus sollicités sont les 2 membres supérieurs et le cou.

De tels résultats ont également été rapportés par un travail mené chez des chirurgiens urologues pratiquant la prostatectomie radicale en cœlioscopie robotique(35). Ceci s'explique par une installation rarement optimale pour l'aide opératoire. En effet, la présence du chariot esclave du robot entraîne un encombrement important de l'environnement chirurgical, l'aide est alors obligé de travailler bras tendus afin d'éviter les fautes d'asepsie. Une fois installé, l'aide ne peut pas non plus adapter la hauteur de la table, ce qui lui impose souvent une position trop haute ou trop basse des épaules(36)(37). Ce paramètre pourrait être amélioré avec la dernière génération de robot DaVinci Xi. L'encombrement des bras est inférieur et laisse plus de place à l'aide. Par ailleurs, ce robot peut être couplé à la table opératoire, permettant ainsi, de modifier la hauteur de table une fois le docking réalisé.

Enfin, rappelons qu'il est recommandé de placer l'écran à hauteur des yeux et face à l'opérateur en chirurgie laparoscopique(38). La présence et l'encombrement du robot empêchent de placer de façon idéale le moniteur, imposant à l'aide opératoire des contraintes plus importantes au niveau des muscles du cou.

#### 4.5. Ergonomie de la CRA et perspectives :

Les courbes d'adoption de la chirurgie robotique prouvent l'intérêt de ce type de chirurgie par les avantages techniques qu'elle apporte. Ses avantages en terme d'ergonomie pour le chirurgien ont été peu étudiés jusqu'ici. Notre étude montre que la chirurgie robotique permet un gain de confort et d'ergonomie relativement important pour le chirurgien pratiquant une chirurgie rénale. Cette notion est extrapolable à tous les types de chirurgie puisque la position du chirurgien à la console reste toujours la même.

Ces résultats sont similaires à ceux d'une autre étude comparant les considérations ergonomiques dans le cadre de la prostatectomie radicale en cœlioscopie avec et sans assistance robotique, où 56% des chirurgiens du groupe « laparoscopie » ressentaient des douleurs contre seulement 23% dans le groupe « robotique »(39).

Néanmoins, il ne s'agit pas d'un outil parfait en terme d'ergonomie. Un travail réalisé chez 432 chirurgiens robotiques a mis en évidence un inconfort physique chez 56,1% d'entre eux, lié à une raideur de nuque et une fatigue des doigts. Ces chiffres étaient significativement plus important ( $p < 0,05$ ) chez les chirurgiens urologues(40). Concernant l'aide opératoire, cette technique CRA est cependant plus exigeante sur le plan ergonomique.

Dans notre travail, nous n'avons pas pu évaluer quel était le degré de formation et de connaissances en ergonomie des différents chirurgiens. Celles-ci sont en général très rudimentaires pour l'ensemble des travailleurs(41). Ceci pourrait également constituer un biais dans nos résultats. Une formation en ergonomie serait, en effet, bénéfique pour les chirurgiens qui pratiquent la cœlioscopie robotique. Un programme de formation, mis en place par des chirurgiens gynécologues américains, a permis une réduction de

74% des plaintes physiques chez les participants(42).

## **5. Conclusion :**

Pour les patients opérés, les bénéfices des techniques mini invasives laparoscopiques ne sont plus à démontrer. Ces techniques ont en revanche dégradé les conditions de travail des chirurgiens. Or, peu d'études s'intéressent à l'inconfort de la position de travail, source de fatigue et de baisse d'efficacité, et, à long terme, de troubles musculo-squelettiques.

La chirurgie robotique marque une étape importante, et notre étude sur l'ergonomie du chirurgien et de son aide, dans quatre techniques opératoires pour une même intervention, confirme un progrès ergonomique par rapport aux autres techniques, sauf pour le squelette axial. Elle dégrade par contre les conditions de travail pour l'assistant.

Des améliorations devront être apportées par les concepteurs de robot et par la sensibilisation des chirurgiens à l'ergonomie.

Les effets à long terme des positions non ergonomiques sur le développement de TMS et sur la santé, démontrés dans beaucoup de professions, pourront faire l'objet d'autres études chez le chirurgien.

## **Références bibliographiques :**

1. © INRS 2010 / Fondamentaux de la prévention / Aide- mémoire [Internet]. [cité 24 juill 2017]. Disponible sur: <http://www.francesst.com/wp-content/uploads/2016/04/Quest-ce-que-lergonomie.pdf>
2. Stone R, McCloy R. Ergonomics in medicine and surgery. *BMJ*. 8 mai 2004;328(7448):1115-8.
3. Les troubles musculosquelettiques du membre supérieur (TMS-MS) - Brochure - INRS [Internet]. [cité 24 juill 2017]. Disponible sur: <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20957>
4. RAPPORT-2016 risques professionnels AT-MP [Internet]. [cité 18 juin 2017]. Disponible sur: [http://www.risquesprofessionnels.ameli.fr/fileadmin/user\\_upload/document\\_PDF\\_a\\_telecharger/brochures/RAPPORT-AT-MP-2015.pdf](http://www.risquesprofessionnels.ameli.fr/fileadmin/user_upload/document_PDF_a_telecharger/brochures/RAPPORT-AT-MP-2015.pdf)
5. Joseph A, Bayramzadeh S, Zamani Z, Rostenberg B. Safety, Performance, and Satisfaction Outcomes in the Operating Room: A Literature Review. *HERD*. 1 janv 2017;1937586717705107.
6. Le bonheur des opérés fait le malheur des chirurgiens - Le Point [Internet]. [cité 29 juill 2017]. Disponible sur: [http://www.lepoint.fr/editos-du-point/anne-jeanblanc/le-bonheur-des-operes-fait-le-malheur-des-chirurgiens-19-07-2010-1216095\\_57.php](http://www.lepoint.fr/editos-du-point/anne-jeanblanc/le-bonheur-des-operes-fait-le-malheur-des-chirurgiens-19-07-2010-1216095_57.php)
7. Park A, Lee G, Seagull FJ, Meenaghan N, Dexter D. Patients benefit while surgeons suffer: an impending epidemic. *J Am Coll Surg*. mars 2010;210(3):306-13.
8. Hemal AK, Srinivas M, Charles AR. Ergonomic problems associated with laparoscopy. *J Endourol*. juin 2001;15(5):499-503.
9. Berguer R, Chen J, Smith WD. A comparison of the physical effort required for laparoscopic and open surgical techniques. *Arch Surg*. sept 2003;138(9):967-70.
10. Matern U, Faist M, Kehl K, Giebmeyer C, Buess G. Monitor position in laparoscopic surgery. *Surg Endosc*. mars 2005;19(3):436-40.
11. van Det MJ, Meijerink WJHJ, Hoff C, Totté ER, Pierie JPEN. Optimal ergonomics for laparoscopic surgery in minimally invasive surgery suites: a review and guidelines. *Surg Endosc*. juin 2009;23(6):1279-85.
12. Plerhoples TA, Hernandez-Boussard T, Wren SM. The aching surgeon: a survey of physical discomfort and symptoms following open, laparoscopic, and robotic surgery. *J Robot Surg*. mars 2012;6(1):65-72.

13. Prévention des risques liés aux positions de travail statiques - INRS [Internet]. [cité 24 juill 2017]. Disponible sur:  
<http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-131/ed131.pdf>
14. Sgarbura O, Vasilescu C. The decisive role of the patient-side surgeon in robotic surgery. *Surg Endosc.* déc 2010;24(12):3149-55.
15. Robot chirurgical Da Vinci fabriqué par la société Intuitive : bilan d'enquête de matériovigilance - Point d'Information - ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé [Internet]. [cité 29 juill 2017]. Disponible sur:  
<http://ansm.sante.fr/S-informer/Points-d-information-Points-d-information/Robot-chirurgical-Da-Vinci-fabrique-par-la-societe-Intuitive-bilan-d-enquete-de-materiovigilance-Point-d-Information>
16. Helmers MR, Ball MW, Gorin MA, Pierorazio PM, Allaf ME. Robotic versus laparoscopic radical nephrectomy: comparative analysis and cost considerations. *Can J Urol.* oct 2016;23(5):8435-40.
17. rapportrein2014.pdf [Internet]. [cité 27 févr 2017]. Disponible sur:  
<https://www.agence-biomedecine.fr/IMG/pdf/rapportrein2014.pdf>
18. LOI n° 2011-814 du 7 juillet 2011 relative à la bioéthique. 2011-814 juillet, 2011.
19. Kälble T, Lucan M, Nicita G, Sells R, Burgos Revilla FJ, Wiesel M, et al. EAU guidelines on renal transplantation. *Eur Urol.* févr 2005;47(2):156-66.
20. Wolf JS, Merion RM, Leichtman AB, Campbell DA, Magee JC, Punch JD, et al. Randomized controlled trial of hand-assisted laparoscopic versus open surgical live donor nephrectomy. *Transplantation.* 27 juill 2001;72(2):284-90.
21. Horgan S, Vanuno D, Sileri P, Cicalese L, Benedetti E. Robotic-assisted laparoscopic donor nephrectomy for kidney transplantation. *Transplantation.* 15 mai 2002;73(9):1474-9.
22. Laplace B, Ladrière M, Claudon M, Eschwege P, Kessler M, Hubert J. [Néphrectomie chez le donneur vivant par voie laparoscopique robot-assistée : évaluation préopératoire et résultats à partir de 100 cas]. *Prog Urol.* avr 2014;24(5):288-93.
23. Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health.* 1990;16:55-8.
24. Borg G. Borg's perceived exertion and pain scales. Vol. viii. Champaign, IL, US: Human Kinetics; 1998. 104 p.
25. Évaluation subjective de la charge de travail utilisation des échelles de Borg [Internet]. [cité 24 juill 2017]. Disponible sur:  
<http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/DMT/TI-TM-33/tm33.pdf>
26. Ruiz-Rabelo JF, Navarro-Rodriguez E, Di-Stasi LL, Diaz-Jimenez N, Cabrera-Bermon

- J, Diaz-Iglesias C, et al. Validation of the NASA-TLX Score in Ongoing Assessment of Mental Workload During a Laparoscopic Learning Curve in Bariatric Surgery. *Obes Surg.* déc 2015;25(12):2451-6.
27. Young G, Zavelina L, Hooper V. Assessment of workload using NASA Task Load Index in perianesthesia nursing. *J Perianesth Nurs.* avr 2008;23(2):102-10.
  28. Berguer R, Forkey DL, Smith WD. Ergonomic problems associated with laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* mai 1999;13(5):466-8.
  29. Miller K, Benden M, Pickens A, Shipp E, Zheng Q. Ergonomics principles associated with laparoscopic surgeon injury/illness. *Hum Factors.* déc 2012;54(6):1087-92.
  30. Yuan H, Liu L, Zheng S, Yang L, Pu C, Wei Q, et al. The safety and efficacy of laparoscopic donor nephrectomy for renal transplantation: an updated meta-analysis. *Transplant Proc.* févr 2013;45(1):65-76.
  31. Lawson EH, Curet MJ, Sanchez BR, Schuster R, Berguer R. Postural ergonomics during robotic and laparoscopic gastric bypass surgery: a pilot project. *J Robot Surg.* 2007;1(1):61-7.
  32. Hubert N, Gilles M, Desbrosses K, Meyer JP, Felblinger J, Hubert J. Ergonomic assessment of the surgeon's physical workload during standard and robotic assisted laparoscopic procedures. *Int J Med Robot.* juin 2013;9(2):142-7.
  33. Zihni AM, Ohu I, Cavallo JA, Cho S, Awad MM. Ergonomic analysis of robot-assisted and traditional laparoscopic procedures. *Surg Endosc.* déc 2014;28(12):3379-84.
  34. Abdel Raheem A, Sheikh A, Kim DK, Alatawi A, Alabdulaali I, Han WK, et al. Da Vinci Xi and Si platforms have equivalent perioperative outcomes during robot-assisted partial nephrectomy: preliminary experience. *J Robot Surg.* mars 2017;11(1):53-61.
  35. Yu D, Dural C, Morrow MMB, Yang L, Collins JW, Hallbeck S, et al. Intraoperative workload in robotic surgery assessed by wearable motion tracking sensors and questionnaires. *Surg Endosc.* févr 2017;31(2):877-86.
  36. Matern U, Waller P, Giebmeier C, Rückauer KD, Farthmann EH. Ergonomics: requirements for adjusting the height of laparoscopic operating tables. *JLS.* mars 2001;5(1):7-12.
  37. Berquer R, Smith WD, Davis S. An ergonomic study of the optimum operating table height for laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* mars 2002;16(3):416-21.
  38. Walczak DA, Pawełczak D, Piotrowski P, Trzeciak PW, Jędrzejczyk A, Pasięka Z. Video display during laparoscopy - where should it be placed? *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne.* avr 2015;10(1):87-91.
  39. Bagrodia A, Raman JD. Ergonomics considerations of radical prostatectomy:

physician perspective of open, laparoscopic, and robot-assisted techniques. *J Endourol.* avr 2009;23(4):627-33.

40. Lee GI, Lee MR, Green I, Allaf M, Marohn MR. Surgeons' physical discomfort and symptoms during robotic surgery: a comprehensive ergonomic survey study. *Surg Endosc.* avr 2017;31(4):1697-706.
41. Shikdar AA, Sawaqed NM. Worker productivity, and occupational health and safety issues in selected industries. *Computers & Industrial Engineering.* déc 2003;45(4):563-72.
42. Franasiak J, Craven R, Mosaly P, Gehrig PA. Feasibility and acceptance of a robotic surgery ergonomic training program. *JSLs.* déc 2014;18(4).

## **Remerciements :**

### **Aux chirurgiens des centres participants par ordre alphabétique de leur ville d'exercice:**

Pr KLEINCLAUS François, Pr BITTARD Hugues, Service d'Urologie, CHU de BESANÇON.

Pr BENSADOUN Henri, Service d'Urologie, CHU Côte de Nacre, CAEN.

Pr GUY Laurent, Service d'Urologie, CHU Montpied, CLERMONT-FERRAND.

Pr RAMBEAUD Jean-Jacques, Pr DESCOTES Jean-Luc, CHU Hôpital Michalon, GRENOBLE.

Pr PRUVOT François, Pr VILLERS Arnaud, Service de Transplantation, Hôpital C. Huriez, LILLE.

Pr MARTIN Xavier, Pr BADET Lionel, Hôpital Edouard Herriot, LYON.

Pr PERRIN Paul, Pr PAPAREL Philippe, Service d'Urologie, CHU LYON Sud.

Pr LECHEVALLIER Eric, CHU, Hôpital Salvador, MARSEILLE.

Pr GUITER Jacques, Pr THURET Rodolphe, Service d'Urologie, CHU La Peyronie, MONTPELLIER.

Pr HUBERT Jacques, Pr ESCHWEGE Pascal, Service d'Urologie, CHU de NANCY.

Pr KARAM Georges, Pr BOUCHOT Olivier, CHU Hôtel Dieu, NANTES.

Pr AMIEL Jean, Dr QUINTENS Hervé, Service d'Urologie, CHU Pasteur, NICE.

Pr ABBOU Claude C, Pr SALOMON Laurent, Service d'Urologie CHU Mondor, PARIS.

Pr MEJEAN Arnaud, Dr TIMSIT Marc Olivier, Service d'Urologie, Hôpital Necker, PARIS.

Pr BARROU Benoit, Dr VAESSEN Christophe, Pr RICHARD François, Service d'Urologie Hôpital de la Pitié, PARIS.

Pr CUSSENOT Olivier, Pr HAAB François, Service d'Urologie, Hôpital Tenon, PARIS.

Dr BOTTO Henri, Pr LEBRET Thierry, Hôpital Foch, SURESNES.

Pr RISCHMANN Pascal, Dr SALLUSTO Federico, CHU Hôpital Rangueil, TOULOUSE.

Pr HAILLOT Olivier, Pr BRUYERE Franck, Service d'Urologie, CHU Bretonneau TOURS.

## Annexes :

### Annexe 1 :

#### Echelle CR 10 selon Borg:

Evaluation	Intensité de la sensation
0	Rien
0,5	Très, très légère
1	Très légère
2	Légère
3	Modérée
4	Un peu forte
5	Forte
6	
7	Très forte
8	
9	Très, très forte
10	Maximale

# Annexe 2 :

## NASA TLX selon Hart :

### **NASA Task Load Index**

*Hart and Staveland's NASA Task Load Index (TLX) method assesses work load on five 7-point scales. Increments of high, medium and low estimates for each point result in 21 gradations on the scales.*

---

Name	Task	Date

**Mental Demand**      How mentally demanding was the task?

Very Low      Very High

**Physical Demand**      How physically demanding was the task?

Very Low      Very High

**Temporal Demand**      How hurried or rushed was the pace of the task?

Very Low      Very High

**Performance**      How successful were you in accomplishing what you were asked to do?

Perfect      Failure

**Effort**      How hard did you have to work to accomplish your level of performance?

Very Low      Very High

**Frustration**      How insecure, discouraged, irritated, stressed, and annoyed were you?

Very Low      Very High

---