



**HAL**  
open science

# Validité et courbe d'apprentissage du simulateur de chirurgie robotique dV-Trainer® : résultats de l'étude multicentrique MED-FRS

Cyril Perrenot

► **To cite this version:**

Cyril Perrenot. Validité et courbe d'apprentissage du simulateur de chirurgie robotique dV-Trainer® : résultats de l'étude multicentrique MED-FRS. Sciences du Vivant [q-bio]. 2013. hal-01734161

**HAL Id: hal-01734161**

**<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01734161>**

Submitted on 14 Mar 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

Cyril PERRENOT

Le 25 Juin 2013

---

**Validité et courbe d'apprentissage du simulateur de  
chirurgie robotique dV-Trainer® :  
Résultats de l'étude multicentrique MED-FRS**

---

Examineurs :

Président	M. le Professeur Laurent BRESLER
Juges	M. le Professeur Jacques HUBERT M. le Professeur Laurent BRUNAUD M. le Professeur Frédéric MARCHAL
Directrice	Mme le Docteur Manuela PEREZ

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

**Doyen de la Faculté de Médecine :**  
**Professeur Henry COUDANE**

**Vice-Doyen « Pédagogie » :** **Mme la Professeure Karine ANGIOI**  
**Vice-Doyen Mission « Sillon lorrain » :** **Mme la Professeure Annick BARBAUD**  
**Vice-Doyen Mission « Finances » :** **Professeur Marc BRAUN**

**Assesseurs :**

- 1 <sup>er</sup> Cycle :	<b>Professeur Bruno CHENUÉL</b>
- 2 <sup>ème</sup> Cycle :	<b>Professeur Marc DEBOUVERIE</b>
- 3 <sup>ème</sup> Cycle :	<b>Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI</b>
• « <i>DES Spécialités Médicales, Chirurgicales et Biologiques</i> »	
• « <i>DES Spécialité Médecine Générale</i> »	<b>Professeur Paolo DI PATRIZIO</b>
- Commission de Prospective Universitaire :	<b>Professeur Pierre-Edouard BOLLAERT</b>
- Développement Professionnel Continu :	<b>Professeur Jean-Dominique DE KORWIN</b>
- Filières professionnalisées :	<b>M. Walter BLONDEL</b>
- Formation Continue :	<b>Professeur Hervé VESPIGNANI</b>
- Recherche :	<b>Professeur Didier MAINARD</b>
- Relations Internationales :	<b>Professeur Jacques HUBERT</b>
- Universitarisation des études paramédicales et gestion des mono-appartenants :	<b>M. Christophe NEMOS</b>
- Vie Étudiante :	<b>Docteur Stéphane ZUILY</b>
- Vie Facultaire :	<b>Mme la Docteure Frédérique CLAUDOT</b>
- Étudiants :	<b>M. Xavier LEMARIE</b>

## DOYENS HONORAIRES

Professeur Adrien DUPREZ - Professeur Jean-Bernard DUREUX - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER

=====

## PROFESSEURS HONORAIRES

Jean-Marie ANDRE - Daniel ANTHOINE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND - Pierre BEY - Patrick BOISSEL - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT - François CHERRIER - Jean-Pierre CRANCE - Gérard DEBRY - Jean-Pierre DELAGOUTTE - Emile de LAVERGNE - Jean-Pierre DESCHAMPS - Jean DUHEILLE - Adrien DUPREZ - Jean-Bernard DUREUX - Gérard FIEVE - Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER - Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ - Oliéro GUERCI - Pierre HARTEMANN - Claude HURIET - Christian JANOT - Michèle KESSLER - Jacques LACOSTE - Henri LAMBERT - Pierre LANDES - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS - Jean-Pierre MALLIÉ - Michel MANCIAUX - Philippe MANGIN - Pierre MATHIEU - Michel MERLE - Denise MONERET-VAUTRIN - Pierre MONIN - Pierre NABET - Jean-Pierre NICOLAS - Pierre PAYSANT - Francis PENIN - Gilbert PERCEBOIS - Claude PERRIN - Guy PETIET - Luc PICARD - Michel PIERSON - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL - Jean PREVOT - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER - Michel RENARD - Jacques ROLAND - René-Jean ROYER - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Michel SCHWEITZER - Claude SIMON - Danièle SOMMELET - Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Augusta TREHEUX - Hubert UFFHOLTZ - Gérard VAILLANT - Paul VERT - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Michel WAYOFF - Michel WEBER

=====

## PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Daniel ANTHOINE - Professeur Gérard BARROCHE Professeur Pierre BEY - Professeur Patrick BOISSEL - Professeur Michel BOULANGE - Professeur Jean-Pierre CRANCE - Professeur Jean-Pierre DELAGOUTTE - Professeur Jean-Marie GILGENKRANTZ - Professeure Simone GILGENKRANTZ - Professeure Michèle KESSLER - Professeur Pierre MONIN - Professeur Jean-Pierre NICOLAS - Professeur Luc PICARD - Professeur Michel PIERSON - Professeur Michel SCHMITT - Professeur Jean-François STOLTZ - Professeur Michel STRICKER - Professeur Hubert UFFHOLTZ - Professeur Paul VERT - Professeure Colette VIDAILHET - Professeur Michel VIDAILHET - Professeur Michel WAYOFF

=====

## 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 Gilles GROSDIDIER - Professeur Marc BRAUN

#### 2<sup>ème</sup> sous-section : (*Cytologie et histologie*)

Professeur Bernard FOLIGUET

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

Professeur François PLENAT – Professeur Jean-Michel VIGNAUD

### 43<sup>ème</sup> Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDECINE

#### 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 médecine*)

Professeur Denis REGENT – Professeur Michel CLAUDON – Professeure Valérie CROISÉ-LAURENT

Professeur Serge BRACARD – Professeur Alain BLUM – Professeur Jacques FELBLINGER - Professeur René ANXIONNAT

### 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 GUÉANT – Professeur Jean-Luc OLIVIER – Professeur Bernard NAMOUR

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

Professeur François MARCHAL – Professeur Bruno CHENUÉL – Professeur Christian BEYAERT

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

Professeur Ali DALLOUL

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

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

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

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

Professeur Alain LE FAOU - Professeur Alain LOZNIIEWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

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

Professeur Thierry MAY – 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 Philippe HARTEMANN – Professeur Serge BRIANÇON - Professeur Francis GUILLEMIN

Professeur Denis ZMIROU-NAVIER – Professeur François ALLA

#### 2<sup>ème</sup> sous-section : (*Médecine et santé au travail*)

Professeur Christophe PARIS

#### 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*)

Professeur François KOHLER – Professeure Eliane ALBUISSON

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

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

Professeur Pierre BORDIGONI - Professeur Pierre FEUGIER - Professeure Marie-Christine BENE

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

Professeur François GUILLEMIN – Professeur Thierry CONROY - Professeur Didier PEIFFERT

Professeur Frédéric MARCHAL

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

Professeur Gilbert FAURE

#### 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 ; médecine d'urgence)**

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

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

Professeur Alain GERARD - Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Bruno LÉVY – Professeur Sébastien GIBOT

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

Professeur Patrick NETTER – Professeur Pierre GILLET

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

Professeur François PAILLE – Professeur Faiez ZANNAD - Professeur Patrick ROSSIGNOL

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

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

Professeur Hervé VESPIGNANI - Professeur Xavier DUCROCQ – Professeur Marc DEBOUVERIE  
Professeur Luc TAILLANDIER - Professeur Louis MAILLARD

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

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

**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 Daniel SIBERTIN-BLANC – 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-VALCKENAERE – Professeur Damien LOEUILLE

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

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

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

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ – Professeure Annick BARBAUD

**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 Yves MARTINET – Professeur Jean-François CHABOT – Professeur Ari CHAOUAT

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

Professeur Etienne ALIOT – Professeur Yves JUILLIERE

Professeur Nicolas SADOUL - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET

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

Professeur Jean-Pierre VILLEMOT – Professeur Thierry FOLLIGUET

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

Professeur Denis WAHL – Professeur Sergueï MALIKOV

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

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

Professeur Marc-André BIGARD - Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI – Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

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

Professeure Dominique HESTIN – Professeur Luc FRIMAT

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

Professeur Jacques HUBERT – Professeur Pascal ESCHWEGE

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

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

Professeur Jean-Dominique DE KORWIN – Professeur Pierre KAMINSKY - Professeur Athanase BENETOS  
Professeure Gisèle KANNY – Professeure Christine PERRET-GUILLAUME

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

Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD – Professeur Ahmet AYAV

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

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

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

**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 Jean-Louis BOUTROY - Professeur Philippe JUDLIN

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

Professeur Georges WERYHA – Professeur Marc KLEIN – Professeur Bruno GUERCI

**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)**

Professeur Jean-Luc GEORGE – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeure Karine ANGIOI

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

Professeur Jean-François CHASSAGNE – 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

=====

**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

Professeur Jean-Marc BOIVIN

**PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

Professeur associé Paolo DI PATRIZIO

=====

**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 – Docteur Thierry HAUMONT – Docteure Manuela PEREZ

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Cytologie et histologie)**

Docteur Edouard BARRAT - Docteure Françoise TOUATI – Docteure Chantal KOHLER

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

Docteure Aude MARCHAL

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

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

Docteur Jean-Claude MAYER - Docteur Jean-Marie ESCANYE

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

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 Sophie FREMONT - Docteure Isabelle GASTIN – Docteur Marc MERTEN

Docteure Catherine MALAPLATE-ARMAND - Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA

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

Docteur Mathias POUSSSEL – Docteure Silvia VARECHOVA

**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 Véronique VENARD – Docteure Hélène JEULIN – Docteure Corentine ALAUZET

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

Madame Marie MACHOUART

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

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

Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE – Docteure Frédérique CLAUDOT – Docteur Cédric BAUMANN

**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

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

Docteur Nicolas JAY

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

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

Docteure Lina BOLOTINE

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

Docteur Marcelo DE CARVALHO BITTENCOURT

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

Docteur Christophe PHILIPPE – Docteure Céline BONNET

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

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

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

**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**

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

Docteur Stéphane ZUILY

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

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

Docteure Laure JOLY

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

**3<sup>ème</sup> sous-section :**

Docteur Olivier MOREL

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

Docteur Jean-Louis CORDONNIER

=====

## MAÎTRE DE CONFÉRENCE DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Docteure Elisabeth STEYER

=====

## MAÎTRES DE CONFÉRENCES

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

Monsieur Vincent LHUILLIER

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

Madame Joëlle KIVITS

### 40<sup>ème</sup> Section : SCIENCES DU MÉDICAMENT

Monsieur Jean-François COLLIN

### 60<sup>ème</sup> Section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE, GÉNIE CIVIL

Monsieur Alain DURAND

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

Monsieur Jean REBSTOCK

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

Madame Marie-Claire LANHERS – Monsieur Pascal REBOUL – Monsieur Nick RAMALANJAONA

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

Madame Françoise DREYFUSS – Monsieur Jean-Louis GELLY - Madame Ketsia HESS – Monsieur Hervé MEMBRE

Monsieur Christophe NEMOS - Madame Natalia DE ISLA - Madame Nathalie MERCIER – Madame Céline HUSELSTEIN

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

Monsieur Nguyen TRAN

=====

## MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

### Médecine Générale

Docteure Sophie SIEGRIST - Docteur Arnaud MASSON - Docteur Pascal BOUCHE

=====

## 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 James STEICHEN (1997)  
*Université d'Indianapolis (U.S.A)*  
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)*

**à Maman,**

*Tu continues à guider notre chemin*

...

## Remerciements à notre maître et président de jury

---

Monsieur le Professeur Laurent BRESLER

Professeur de Chirurgie générale

Chevalier de l'Ordre des Palmes Académiques.

*Vous nous faites l'honneur de présider le jury de cette thèse.*

*Vous qui nous avez manifesté votre confiance, c'est avec un profond respect que nous vous exprimons nos remerciements pour l'intérêt porté à ce travail.*

*Pour votre bienveillance, soyez assuré de notre sincère gratitude.*

## Remerciements à nos juges

---

Monsieur le Professeur Jacques HUBERT  
Professeur d'Urologie

*Vous nous faites l'honneur d'accepter d'être membre du jury.*

*Recevez l'expression de notre profonde reconnaissance pour la confiance que vous nous témoignez et pour nous avoir fait partager votre passion de la chirurgie robotique.*

Monsieur le Professeur Laurent BRUNAUD  
Professeur de Chirurgie générale

*Vous nous faites l'honneur d'accepter d'être membre du jury.*

*Recevez l'expression de notre profonde reconnaissance.*

Madame le Docteur Manuela PEREZ  
Maître de conférences d'Anatomie

*Chère Amie, vous nous faites l'honneur de diriger ce travail.*

*Tout d'abord pour avoir accompagné ce projet, nous tenons à vous exprimer nos plus sincères remerciements.*

*Nous en profitons pour vous exprimer notre profonde reconnaissance pour nous avoir guidé depuis nos premiers pas sur la longue route de la chirurgie.*

Monsieur le Professeur Frédéric MARCHAL  
Professeur de Cancérologie

*Vous nous faites l'honneur d'accepter d'être membre du jury.*

*Recevez l'expression de notre profonde reconnaissance.*

## Remerciements aux personnes ayant contribué à l'élaboration de notre thèse

---

Au Dr TRAN Nguyen

*Pour votre soutien jour après jour dans les aventures de la vie, je souhaite vous témoigner ma profonde amitié. J'espère être digne de la confiance que vous m'accordez.*

A King

*Mon ami, que de chemin parcouru depuis notre rencontre à Wuhan, il y a 4 ans. Merci pour ta disponibilité et pour toutes nos discussions enrichissantes.*

Au staff de l'Ecole de chirurgie : Aude, Frédérique, Mariam, Marion, Vanessa

*Charmantes, accueillantes, bienveillantes, compétentes ... ne changez rien. Au nom de tous les internes de chirurgie, nous vous adressons notre profonde reconnaissance.*

Aux internes et aux chirurgiens qui ont permis la réalisation de notre étude,

*Pour le temps que vous m'avez (parfois sous la contrainte) accordé pour terminer ce projet.*

Aux Docteur Antonio GANGEMI, Professeur Cristoforo GIULIANOTTI, de l'Université de l'Illinois-Chicago (UIC) et aux Docteur GLUSKAK Peggy, Professeur Michael STIFELMAN du service d'Urologie du New York Medical Center

*Pour votre collaboration à ce projet et pour avoir supporté mon anglais lors de nos réunions.*

A Jeff BERKLEY, Président de MIMIC Technologies® (SEATTLE) et son équipe

*Pour sa passion dans la simulation en chirurgie robotique.*

Au Professeur FELBLINGER et à tout le personnel de l'équipe INSERM de l'IADI

*Pour m'avoir accueilli dans leur équipe.*

## Remerciements aux personnes croisées pendant notre internat

---

### *A mes maîtres :*

Pr GROSDIDIER, Pr LEMELLE, Pr SCHMITT, Pr AYAV, Pr GUILLEMIN, Pr PEIFFERT

### *Aux praticiens qui m'ont formé :*

Dr REIBEL, Dr MALEVILLE, Dr RAPHOZ, Dr AMARIUTEI, Dr SIAT, Dr CAPPELIEZ, Dr AZIZ, Dr CLOCHE, Dr BENBOUZIANE, Dr ZARSKI, Dr JARNEA, Dr DE MISCAULT, Dr RANKE, Dr TORTUYAUX, Dr GERMAIN, Dr SCHERRER, Dr FAU, Dr FRENTIU, Dr LELONG, Dr GALIFET, Dr BILBAULT, Dr CUNY, Dr IRRAZI, Dr BEAU, Dr BERRICHI, Dr LECOADOU, Dr GIROT, Dr IONESCU, Dr LEUFFLEN, Dr KENOUCHE, Dr RAUCH, Dr VERHAEGHE, Dr FYAD, Dr LEVITCHI, Dr MARCHAL, Dr PUJO, Dr MASTRONICOLA, Dr DOLIVET, Dr CORTESE, Dr GUILLET, Dr PHULPIN, Dr BAUMANN, Dr CHARRA-BRUNAUD, Dr RENARD-OLDRINI, Dr TOURNIER-RANGEARD, Dr BERNIER, Dr BECKENDORF, Dr VOGIN, Dr EL HAJJ, Dr OLIVIER, Dr ROUSSELOT.

### *A mes co-internes :*

NICOLAS, FANETTE, MOHAMED, BENOIT, MARIE, FREDERIC, VLADIMIR, CLAIRE, THOMAS, THIBAUT, PIERRE-ETIENNE, CLAIRE, MYRIAM, ROMAIN, CHARLES, CHARBEL, TIT, RACHID, VIRGINIE, LAURE, VINCENT, GUILLAUME, ROMAIN, ADRIEN, CHARLOTTE, ANDRES, CORINNE, ROMAN, JUDICHEL, BRICE.

## Remerciements à notre famille et à nos amis

---

A Papa, Nicolas et Emilie, Antoine et Sophie et tous mes amis

*Je vous aime ...et vous dédie cette pensée: "Work Hard, but give time to your love, family and friends. Because, nobody will remember presentations, meetings, degrees & overtime on our death." Chetan Bhagat*

## SERMENT

« Au 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 ».

## Table des matières

---

<b>I.</b>	<b>Avant-Propos .....</b>	<b>16</b>
<b>II.</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>17</b>
<b>III.</b>	<b>Matériel et Méthodes .....</b>	<b>18</b>
	<i>A. Caractéristiques du simulateur dV-Trainer® .....</i>	<i>18</i>
	<i>B. Protocole de l'étude MED-FRS .....</i>	<i>19</i>
	<i>C. Recueil des données .....</i>	<i>21</i>
	<i>D. Analyse statistique.....</i>	<i>22</i>
<b>IV.</b>	<b>Résultats :.....</b>	<b>23</b>
	<i>A. Données démographiques .....</i>	<i>23</i>
	<i>B. Validité subjective .....</i>	<i>24</i>
	<i>C. Validité objective .....</i>	<i>26</i>
<b>V.</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>30</b>
<b>VI.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>33</b>
<b>VII.</b>	<b>Bibliographie .....</b>	<b>34</b>
<b>VIII.</b>	<b>Annexes .....</b>	<b>39</b>

## **I. Avant - Propos**

---

L'étude MED-FRS, Multicentric Evaluation of dV-Trainer® for Fundamentals of Robotic Surgery a débuté en Octobre 2010. L'idée de ce travail multicentrique nous est venue au cours du troisième congrès CRSA, Clinical Robotic Surgery Association en Octobre 2010 à Chicago après une discussion avec le Dr Antonio GANGEMI, interne en chirurgie digestive, University of Illinois-Chicago. Le groupe s'est étoffé de deux autres investigateurs, Dr Michael STIFELMAN, directeur du service de chirurgie robotique, NYU Langone Medical Center New York Medical Center et le Dr Jérôme BULLER, Directeur du programme de télé-chirurgie et chirurgie mini-invasive, National Defense University

En tant qu'investigateur principal, nous avons rédigé le protocole d'étude en nous appuyant sur une série de conférences téléphoniques transatlantiques. Le recueil des données d'est déroulé d'avril 2011 à mars 2012 sans le Dr BULLER qui, suite à une mutation, n'a pas pu poursuivre cette collaboration.

L'analyse des données s'est déroulée d'avril à septembre 2012. Nous l'avons effectué avec l'aide du Docteur Kun YANG de l'université de Wuhan (CHINE), qui nous a rejoints au début de l'année 2012 dans le cadre de son master 2 puis de sa thèse d'université.

Les résultats présentés dans cette thèse ont donc fait l'objet du mémoire de master 2 soutenu par le Docteur Kun YANG en septembre 2012, et de plusieurs présentations orales dans des congrès internationaux, MIRA-SRS-SLS en septembre 2012 (Boston, Cyril PERRENOT), CRSA en octobre 2012 (Chicago, Antonio GANGEMI), ACS-AEI en février 2013 (Chicago, Antonio GANGEMI).

## II. Introduction

---

Le développement rapide de la robotique dans de nombreuses disciplines chirurgicales impose une formation efficiente des chirurgiens à cette nouvelle technologie.<sup>1</sup> Les sociétés savantes impliquées en chirurgie robotique, MIRA (Minimally Invasive Robotic Association), SAGES (Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons), SRS (Society of Robotic Surgery) et CRSA (Clinical Robotic Surgery Association).<sup>2-3</sup> ont émis des recommandations afin de promouvoir le développement d'un programme de formation et d'évaluation standardisé. Le coût d'utilisation élevé du robot Da Vinci® (Intuitive Surgical®), environ 500 € par heure de formation<sup>4</sup> sur modèle animal rend difficile son déploiement à grande échelle. Plusieurs fabricants ont donc mis au point des simulateurs offrant une alternative pédagogique plus économique. De nombreux travaux ont démontré, à partir de l'étude de quelques exercices, la validité des simulateurs : dV-Trainer® (dV-T), développé par MIMIC Technologies®<sup>4-5-6-7-8-9-10</sup> et Da Vinci Skills Simulator (DVSS®)<sup>10-11-12-13-14</sup>, développé par Intuitive Surgical®; et leur efficacité comme outils de formation en chirurgie robotique. Le Robotic Surgical Simulator (Ross®),<sup>15-16-17-18</sup> développé par Simulated Surgical Systems®, et le SEP-Robot®, conçu par SimSurgery®, ont également fait l'objet de publications.<sup>19-20</sup>

Depuis 2009, tous les chirurgiens aux Etats-Unis sont soumis à un examen obligatoire de laparoscopie, « Fundamentals of Laparoscopic Surgery » (FLS) délivré par l'American College of Surgery (ACS) et la Society of Gastrointestinal Endoscopic Surgeons (SAGES). Cet examen est composé de cinq exercices de base : déplacement de plots, découpage de compresses, mise en place d'un endoloop, réalisation d'un nœud intracorporel, réalisation d'un nœud extracorporel. Avant d'être reconnus comme des standards, ces exercices ont fait l'objet de plusieurs études<sup>21-22-23</sup> sur une période de 7 ans afin de s'assurer qu'ils réunissaient tous les critères pour une validation à grande échelle.<sup>24</sup> Actuellement, il n'existe pas d'équivalent des FLS pour la chirurgie robotique.

L'objectif de notre étude est de tester la validité subjective et objective des exercices du simulateur dV-Trainer®. Ceci permettrait de déterminer les exercices les plus pertinents pour la formation et l'évaluation des compétences de base en chirurgie robotique.

### III. Matériel et Méthodes

---

#### A) Caractéristiques du simulateur dV-Trainer®

Le simulateur dV-Trainer® (dV-T) est un simulateur pour la formation en chirurgie robotique développé par la société MIMIC Technologies®, Seattle, WA, USA. (**Figure 1**) Son coût est approximativement de 100.000 €. Il se compose de deux éléments principaux:

- un logiciel de simulation comportant 29 exercices reproduisant des gestes de base et des gestes avancés comme la suture, la coagulation et des exercices à quatre bras.
- un système haptique, MSim®, avec des manipulateurs à câbles, similaires à ceux du robot Da Vinci®, et un pédalier, identique à celui de robot Da Vinci®.



**Figure 1: dV-Trainer® console (a), manipulateur (b), et pédalier (c)**

Par ailleurs, un outil de mesure des performances, M-Score®, est inclus dans le simulateur. Onze critères de jugement sont évalués : la durée de réalisation, l'économie de mouvement, le lâcher d'objet, les collisions des instruments, la force excessive, le temps avec les instruments hors du champ de vision, l'ergonomie de l'espace de travail, les cibles manquées, les pertes sanguines, les traumatismes des vaisseaux, l'utilisation inappropriée de la coagulation. A partir de ces 11 paramètres, un algorithme calcule automatiquement un score global pour chaque exercice, exprimé en pourcentage.

## ***B) Protocole de l'étude MED-FRS (protocole détaillé en Annexe 1)***

### *Critères d'inclusion :*

- Un groupe « Chirurgiens Robotiques », ayant une expérience minimale de 20 interventions robotiques.
- Un groupe « Novices », composé d'internes en chirurgie ou chirurgiens ayant une expérience maximale de 2 heures en chirurgie robotique et/ou en simulation.

### *Organisation :*

Il s'agit d'une évaluation prospective multicentrique de la validité et des courbes d'apprentissage des 29 exercices du simulateur dV-Trainer, menée d'Avril 2011 à Mars 2012.

Au début du protocole, chaque participant bénéficiait de dix minutes de démonstration standardisée sur l'utilisation du simulateur à l'aide d'une vidéo. De même avant chaque nouvel exercice, il recevait des explications standardisées sur l'objectif de l'exercice.

Le groupe « Chirurgiens Robotiques » réalisait chaque exercice une fois.

Le groupe « Novices », était randomisé en un sous-groupe A et un sous-groupe B (***Tableau 1***). Chaque sous-groupe testait 15 exercices, équitablement répartis en fonction de leur niveau de difficulté. L'exercice « Pick and Place » était inclus dans les deux sous-groupes et utilisé pour vérifier l'homogénéité des deux sous-groupes. Les « Novices » réalisaient au total 20 répétitions des 15 exercices au cours de séances de une à deux heures.

<b>SOUS-GROUPE A</b>	<b>SOUS-GROUPE B</b>
PICK AND PLACE (PP)	PICK AND PLACE (PP)
MATCH BOARD 1 (MB1)	RING RAIL (RR)
RING WALK 1 (RW1)	CAMERA TARGETING 1 (CT1)
SCALING (SC)	PEG BOARD 1 (PB1)
PEG BOARD 2 (PG2)	ROPE WALK (RW)
MATCH BOARD 2 (MB2)	SUTURE SPONGE 1 (SS1)
SUTURE SPONGE 2 (SS2)	THREAD THE RINGS 1 (TR1)
THREAD THE RINGS 2 (TR2)	NEEDLE TARGETING (NT)
DOTS AND NEEDLES 1 (DN1)	DOTS AND NEEDLES 2 (DN2)
TUBES 1 (TB1)	TUBES 2 (TB2)
ENERGY DISSECTION 1 (ED1)	ENERGY DISSECTION 2 (ED2)
ENERGY SWITCHING 2 (ES2)	ENERGY SWITCHING 1 (ES1)
RING RAIL 2 (RR2)	PEG BOARD 3 (PB3)
CAMERA TARGETING 2 (CT2)	RING WALK 2 (RW2)
RING WALK 3 (RW3)	MATCH BOARD 3 (MB3)

***Tableau 1: Liste des exercices pour les deux sous-groupes A et B***

### **C) Recueil des données**

Pour l'évaluation subjective, chaque participant complétait trois questionnaires en fin de protocole (*annexe 1*) :

- un **questionnaire démographique** (a) : il recueille les données sur l'expérience en chirurgie, en jeux vidéo, l'âge et le sexe.

- un questionnaire de **validité évidente** (b-1) : il évalue le réalisme des exercices et comporte une seule question : « L'exercice correspond-il à une représentation réaliste d'un geste de chirurgie robotique ? »

- un questionnaire de **validité de contenu** (b-2) : il évalue l'intérêt pédagogique des exercices et comporte trois questions « L'exercice est-il intéressant pour la formation en chirurgie robotique ? » ; « L'exercice est-il pertinent pour un échauffement avant une intervention robotique ? » ; « L'exercice est-il pertinent pour un curriculum de formation ? ».

Pour l'évaluation objective, les données ont été extraites des scores générés par le logiciel M-Sim : score global et scores spécifiques de chacun des 11 critères précédemment cités. L'analyse a été faite en trois parties :

- la **validité de construction** (c-1) : elle teste la capacité du système de notation du simulateur à différencier les chirurgiens robotiques des novices.

- la **courbe d'apprentissage** (c-2) : elle évalue la progression des participants du groupe « Novices » au cours de leur entraînement sur le simulateur.

- la **reproductibilité des scores** (c-3)<sup>25</sup> : elle s'assure de la stabilité du score lors de deux répétitions successives du même exercice à la fin de la courbe d'apprentissage du groupe « Novices ».

## ***D) Analyse statistique***

### *Validité évidente (b-1).*

L'évaluation était réalisée à partir d'une moyenne des notes des participants sur une échelle de 0 (pas réaliste) à 4 (très réaliste).

### *Validité de contenu (b-2).*

L'évaluation de l'intérêt des exercices a été réalisée à partir d'une moyenne des notes des participants sur une échelle de 0 (pas intéressant) à 4 (très intéressant).

Le critère utilisé pour juger de l'intérêt de chaque exercice (échauffement ou curriculum) était déterminé par le pourcentage de réponses positives au questionnaire.

### *Validité de construction (c-1).*

L'analyse statistique a été faite par un T-test de Student avec un seuil de significativité défini par un  $p < 0,05$ .

### *Courbes d'apprentissage (c-2).*

Trois critères ont été choisis pour définir les courbes d'apprentissage :

- ***Temps jusqu'à expertise*** = nombre de tentatives nécessaires aux « novices » pour atteindre 90% de la note moyenne des « chirurgiens robotiques »
- ***Temps de plateau*** = nombre de tentatives nécessaires pour atteindre le plateau de la courbe d'apprentissage. Une analyse des sommes cumulées a permis de définir les courbes de CUSUM de chaque exercice puis les temps de plateau.
- ***Progression régulière*** = les courbes d'apprentissage ont été analysées par deux formateurs experts en chirurgie robotique et classées en deux catégories : celles avec une progression régulière et celles sans progression ou avec une progression irrégulière.

### *Reproductibilité des scores (c-3).*

L'analyse a porté sur une reproductibilité test-retest des scores du groupe « Novices » en fin de courbe d'apprentissage<sup>25</sup> à l'aide du coefficient de corrélation de Pearson avec un seuil de significativité défini par  $R > 0,7$ .

Les statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2007 ®.

## IV) Résultats

---

### A) Données démographiques

Quarante-neuf participants ont été inclus ; 28 dans le groupe « Novices » composé d'internes et de chirurgiens en chirurgie générale, en urologie, en chirurgie pédiatrique, en gynécologie et 21 dans le groupe « Chirurgiens Robotiques » composés de praticiens en chirurgie générale, en urologie, en gynécologie, en transplantation. Les expériences en jeux vidéo, en simulateur de chirurgie robotique et en FLS étaient équivalentes dans chaque groupe. Les données démographiques sont résumées dans le *Tableau 2*.

	<b>Novices</b>	<b>Chirurgiens robotiques</b>
<b>N =</b>	28	21
<b>Sexe</b>	h=22, f=6	h=20, f=1
<b>Age</b>	28.7 +/- 2.0 ans [26-35]	44.0 +/- 8.2 ans [32-58]
<b>Expérience en robotique</b> (nb d'années)	0.3 +/- 0.8 an [0-3]	7.3 +/- 3.7 ans [range, 1-11]
<b>Expérience en robotique</b> (nb de procédures)	<b>0.2 +/-0.8 cas [0-3]</b>	<b>313 +/- 395 cas [20-1500]</b>
<b>Expérience en cœlioscopie</b> (nb d'années)	2.1 +/- 1.3 ans [0-5]	11.4 +/- 7.5 ans [0-26]
<b>Expérience en cœlioscopie</b> (nb de procédures)	24 +/- 34 cas [0-100]	904 +/- 1056 cas [0-3000]
<b>Expérience en jeux vidéo</b> (> 1 / mois)	18% (5/28)	29% (6/21)
<b>MIMIC (déjà testé)</b>	57% (16/28)	43% (9/21)
<b>FLS (déjà testé)</b>	32% (9/28)	52% (11/21)

*Tableau 2: Données démographiques*

## ***B) Validité subjective***

### **B-1) Validité évidente**

Tous les exercices ont été jugés réalistes ou très réalistes par les chirurgiens. Sur une échelle de 0 à 4, les notes moyennes des exercices étaient comprises entre 2.57 et 3.50 (*Tableau 3*).

### **B-2) Validité de contenu**

Tous les exercices ont été jugés intéressants ou très intéressants par les chirurgiens. Sur une échelle de 0 à 4, les notes moyennes des exercices étaient entre 2.58 et 3.79. Les exercices « Camera targeting 1, Match Board 3, Ring Walk 2 and 3, Suture Sponge 1, Tubes 2 » étaient jugés les plus pertinents pour un curriculum. Les exercices « Needle Targeting, Peg Board 1, Ring and rail 1, Ring Walk 2 and 3, Suture Sponge 1 » étaient jugés les plus pertinents pour un échauffement (*Tableau 3*).

	<b>Validité évidente</b>	<b>Validité de contenu</b>		
	Réalisme = score moyen / 4	Intérêt = score moyen / 4	Warm-up Intérêt %	Curriculum Intérêt %
CT 1	3.29	3.36	0.79	<b>0.93</b>
CT 2	3.42	3.25	0.75	0.83
DN 1	3.00	3.33	0.75	0.83
DN 2	2.57	3.21	0.57	0.57
ED 1	2.75	3.17	0.58	0.67
ED 2	2.79	3.21	0.50	0.71
ES 1	2.86	3.29	0.64	0.64
ES 2	3.17	3.25	0.75	0.83
MB 1	2.67	3.17	0.50	0.50
MB 2	2.83	3.33	0.67	0.67
MB 3	3.14	3.71	0.79	<b>1.00</b>
NT	3.00	3.50	<b>0.86</b>	0.71
PB 1	3.36	3.50	<b>0.93</b>	0.79
PB 2	3.33	3.58	0.75	0.75
PB 3	2.86	3.43	0.79	0.79
PP	3.44	2.94	0.72	0.56
RR 1	3.21	3.29	<b>0.86</b>	0.79
RR 2	3.00	3.33	0.83	0.75
RW 1	3.08	3.25	0.75	0.83
RW 2	3.07	3.50	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
RW 3	3.33	3.50	<b>0.92</b>	<b>0.92</b>
RW	3.21	3.29	0.79	0.57
SC	2.92	2.58	0.50	0.50
SS 1	3.29	3.71	<b>0.86</b>	<b>0.93</b>
SS 2	3.50	3.67	0.83	0.83
TR 1	2.64	3.07	0.57	0.50
TR 2	2.92	3.17	0.58	0.58
TB 1	2.83	3.42	0.75	0.83
TB 2	3.00	3.79	0.79	<b>0.93</b>

*Tableau 3: Validité évidente et validité de contenu des 29 exercices*

## ***C) Validité objective***

### **C-1) Validité de construction**

Les scores moyens des “Chirurgiens robotiques” étaient significativement meilleurs que les scores des “Novices”; 67.5% versus 54.4 % (Student T-test ;  $p < 0,05$ ). L’analyse séparée de chacun des 29 exercices confirmait cette différence. Cependant celle-ci n’était statistiquement significative que pour 14 des 29 exercices : Energy Dissection 1, Match Board 1 et 3, Needle Targeting, Peg Board 1 et 2, Pick and Place, Ring and Rail 2, Ring Walk 1, 2 et 3, Rope Walk, Scaling, Suture Sponge 1, Thread the Ring 1 et 2 (**Tableau 4**).

### **C-2) Courbes d’apprentissage**

Les courbes d’apprentissage étaient analysées séparément pour chacun des 29 exercices (**Figure 2**). Le temps jusqu’à l’expertise était de 3,0 +/- 1,3 essais [2-7]. Le temps de plateau était plus long 6,6 +/- 1.5 essais [4-10].

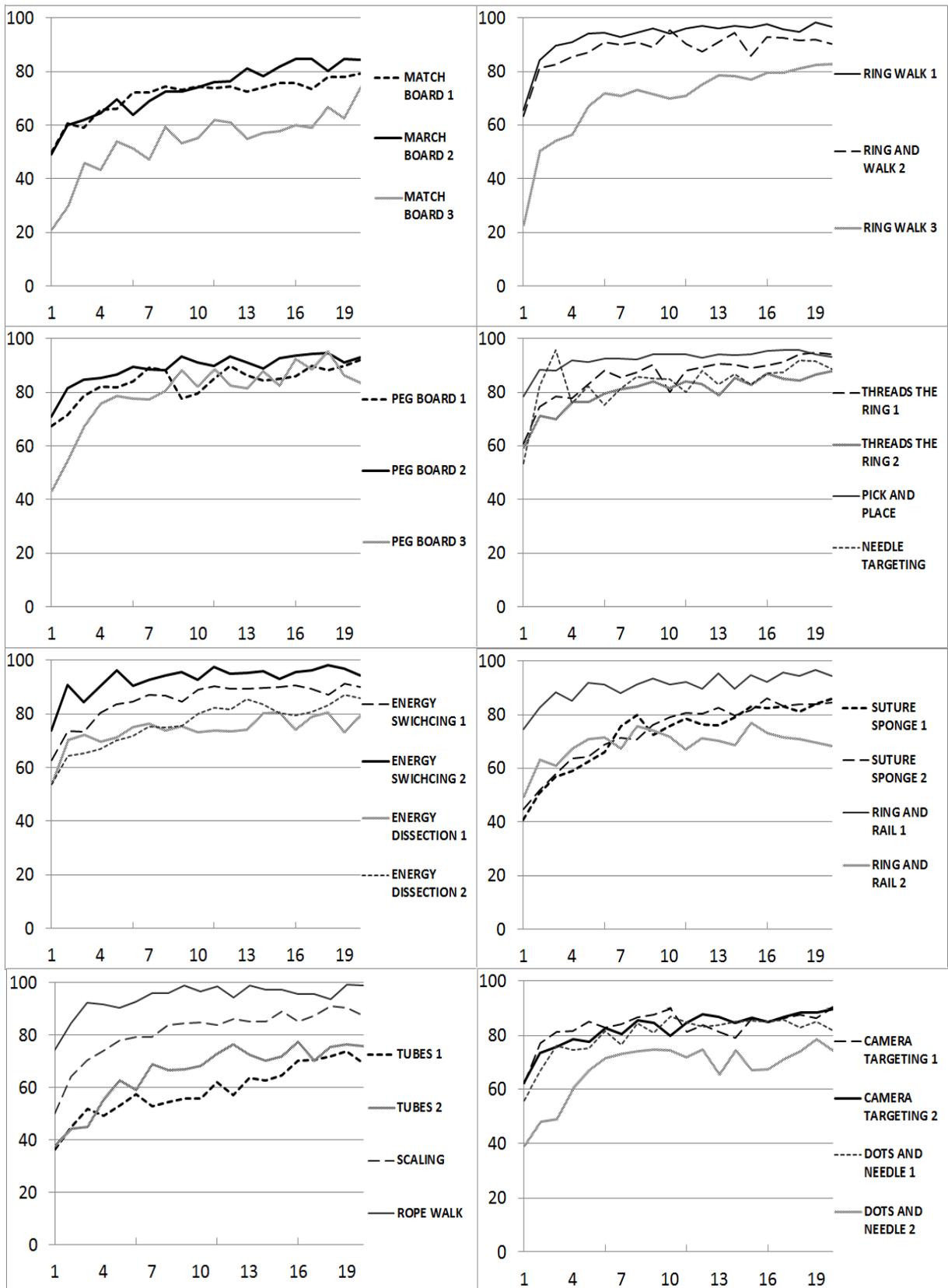
L’examen détaillé des courbes mettait en évidence une progression régulière des scores de 13 exercices suggérant leur intérêt pédagogique élevé : « Camera Targeting 2, Dots and Needle 2, Energy Dissection 2, Energy Switching 1, Match Board 1, 2 et 3, Ring Walk 3, Scaling, Suture Sponge 1 et 2, Tubes 1 et 2 ». A l’inverse, 16 exercices présentaient des courbes d’apprentissage plates ou irrégulières, suggérant un intérêt pédagogique moindre (**Tableau 4**).

### **C-3) Reproductibilité des scores**

La reproductibilité des scores était testée en comparant les notes obtenues aux 18<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> essais et celles obtenues aux 19<sup>ème</sup> et 20<sup>ème</sup> essais. Parmi les 29 exercices, seuls 15 obtenaient un coefficient de corrélation de Pearson  $R > 0.7$ , garant d’une bonne reproductibilité du score : « Camera Targeting 2, Dots and Needles 2, Energy Switching 1, Match Board 2 et 3, Pick and Place, Peg Board 3, Ring and Rail 1 et 2, Ring Walk 2, Scaling, Suture Sponge 1, Thread the Rings 1 et 2, Tubes 1 » (**Tableau 4**).

	Validité de construction			Reproductibilité		Courbe d'apprentissage		
	Novice Moyenne %	Chir. Robot. moyenne %	Student T-Test p=	Essai 18/19 r=	Essai 19/20 r=	Progression régulière	Temps de plateau CUSUM	Temps jusqu'à expertise
CT 1	62.2	74.3	0.10	0.66	0.56	-	4	2
CT 2	62.3	71.5	0.14	<b>0.78</b>	<b>0.79</b>	OUI	7	2
DN 1	55.8	66.3	0.19	0.52	0.48	-	7	2
DN 2	39.1	52.9	0.13	<b>0.92</b>	<b>0.78</b>	OUI	5	4
ED 1	53.9	67.8	<b>0.05</b>	0.57	0.63	-	5	2
ED 2	53.8	59.6	0.37	0.47	0.58	OUI	9	2
ES 1	62.9	69.0	0.24	<b>0.87</b>	<b>0.45</b>	OUI	9	2
ES 2	73.8	82.1	0.16	0.44	0.39	-	7	2
MB 1	49.6	69.9	<b>0.00001</b>	0.66	0.62	OUI	5	6
MB 2	49.0	60.3	0.10	<b>0.81</b>	<b>0.66</b>	OUI	9	2
MB 3	21.5	37.5	<b>0.01</b>	<b>0.87</b>	<b>0.64</b>	OUI	7	3
NT	53.3	73.0	<b>0.02</b>	0.68	0.62	-	7	2
PB 1	67.5	78.1	<b>0.02</b>	0.66	0.49	-	5	3
PB 2	70.7	82.5	<b>0.02</b>	0.20	0.03	-	8	3
PB 3	43.6	58.1	0.18	<b>0.55</b>	<b>0.84</b>	-	7	3
PP	78.3	93.0	<b>0.00003</b>	<b>0.46</b>	<b>0.82</b>	-	5	7
RR 1	74.7	87.7	<b>0.009</b>	<b>0.92</b>	<b>0.70</b>	-	7	3
RR 2	49.6	56.4	0.33	<b>0.49</b>	<b>0.79</b>	-	7	2
RW 1	65.5	88.5	<b>0.0003</b>	0.44	0.05	-	4	3
RW 2	63.5	81.7	<b>0.01</b>	<b>0.80</b>	<b>0.00</b>	-	5	3
RW 3	22.9	41.9	<b>0.01</b>	0.41	0,46	OUI	5	2
RW	74.2	86.0	<b>0.04</b>	0.05	0,33	-	6	3
SC	50.0	65.4	<b>0.003</b>	<b>0.78</b>	<b>0,84</b>	OUI	7	3
SS 1	40.7	57.8	<b>0.05</b>	<b>0.65</b>	<b>0,86</b>	OUI	6	4
SS 2	44.9	58.6	0.07	0.62	0,30	OUI	8	4
TR 1	60.9	81.3	<b>0.003</b>	<b>0.78</b>	<b>0,72</b>	-	7	5
TR 2	59.5	76.2	<b>0.02</b>	<b>0.69</b>	<b>0,73</b>	-	6	4
TB 1	36.4	48.3	0.08	<b>0.77</b>	<b>0,78</b>	OUI	10	3
TB 2	37.8	41.4	0.65	0.55	0,49	OUI	6	2

**Tableau 4 : Validité de construction, reproductibilité et courbes d'apprentissage des 29 exercices du simulateur**



*Figure 2 : Courbe d'apprentissage des 29 exercices sur le simulateur dV-Trainer*

#### C-4) Analyse détaillée par critère

Les 11 critères disponibles sur le simulateur ont ensuite été testés séparément. Pour chacun d'eux, les résultats de validité objective (validité de construction, reproductibilité, courbe d'apprentissage) sont détaillés dans le *tableau 5*.

	Validité de construction	Reproductibilité des scores	Reproductibilité des scores	Courbe d'apprentissage
	Student T-test p=	Essai 18/19 r=	Essai 19/20 r=	Progression régulière
Economie de mouvement	< <b>0,0001</b>	<b>0,8481</b>	0,1380	OUI
Temps	< <b>0,0001</b>	<b>0,7559</b>	0,2054	OUI
Force excessive	0,28	<b>0,7058</b>	0,0519	OUI
Collisions d'instruments	< <b>0,0001</b>	0,4674	0,3768	OUI
Cibles manquées	<b>0,03</b>	0,6569	0,6569	OUI
Perte sanguine	0,21	0,4448	0,3903	OUI
Traumatisme des vaisseaux	0,08	NA	NA	N/A
Lâcher d'objet	0,15	0,3564	0,3643	NON
Instruments hors du champ de vision	0,88	<b>0,7762</b>	0,3478	OUI
Ergonomie de l'espace de travail	0,053	<b>0,8641</b>	<b>0,8089</b>	NON
Utilisation inappropriée de la coagulation	0,80	0,6569	0,4296	NON

*Tableau 5 : Validité de construction, reproductibilité et courbes d'apprentissage des 11 critères du simulateur.*

## V) Discussion

---

La simulation est un outil pédagogique reconnu et validé dans de nombreuses formations professionnelles notamment l'aviation et plus récemment la santé. L'American College of Surgery a imposé depuis 2008 la simulation dans tous les programmes de formation chirurgicale<sup>26-27</sup>. En France, deux récents rapports de la Haute Autorité de Santé publiés en 2012 et 2013 préconisent de ne jamais réaliser un geste pour la première fois sur le patient.<sup>28-29</sup> Dans le domaine de la chirurgie robotique, bien que les sociétés savantes le préconisent depuis 2008, il n'existe pas de consensus pour l'utilisation des simulateurs.

Notre étude est à ce jour la plus large base de données sur la simulation en chirurgie robotique, à la fois en nombre d'exercices testés (n=29) et en nombre de résultats analysés (8753 scores globaux, 96 000 scores détaillés).

Dans l'objectif d'une standardisation des programmes de formation et d'évaluation, notre étude a permis de démontrer que :

- sept exercices combinaient validité de construction et reproductibilité des scores : « Match Board 3, Pick and Place, Ring and Rail 1, Scaling, Suture Sponge 1, Thread the Ring 1 et 2 ». Ces exercices permettaient donc de discriminer les niveaux de performances de façon reproductibles. Ils seraient à privilégier dans le cadre d'une évaluation standardisée.

- neuf exercices combinaient reproductibilité des scores et courbes d'apprentissage régulières : « Camera Targeting 2, Dots and Needles 2, Energy Switching 1, Match Board 2 et 3, Scaling, Suture Sponge 1, Thread the Ring 1, Tubes 1 ». Ces exercices permettaient donc un apprentissage régulier et reproductible. Ils seraient à privilégier dans le cadre d'une formation standardisée.

Cependant, ces résultats ne sauraient signifier l'inutilité des autres exercices. L'exercice « Camera Targeting » permettant un bon entraînement à la manipulation de la caméra ne répond à aucun des critères, car les scores des experts n'y sont pas significativement meilleurs que ceux des novices, les scores ne sont pas reproductibles et la courbe d'apprentissage est très irrégulière. Cet exercice est cependant indispensable pour l'apprentissage de la manipulation de la caméra.

Par ailleurs, notre étude souligne 2 critères très pertinents parmi les 11 critères disponibles : « temps et économie de mouvement ». Ils offraient une évaluation reproductible, ils différençaient de façon significative les chirurgiens novices des chirurgiens robotiques et ils permettaient un excellent suivi de la progression.

Le critère « ergonomie de l'espace de travail » était à la limite de la significativité ( $p = 0,053$ ). L'acquisition d'une bonne ergonomie est cependant fondamentale pour la manipulation du robot ; hors le paramètre mesuré par le dV-Trainer® dépend uniquement de la position des doigts. Il serait intéressant de mener des travaux pour améliorer ce critère en le complétant par l'étude de la position des avant-bras.

Les résultats non significatifs des critères d'erreurs, « lâcher d'objet, force excessive, collision d'instrument, cibles manquées, pertes sanguines, traumatismes des vaisseaux, utilisation inappropriée de la coagulation, instruments hors du champ de vision », n'enlèvent rien à leur intérêt pédagogique mais incitent à la prudence dans leur utilisation. Lorsqu'ils sont analysés ensemble ces critères sont statistiquement pertinents mais analysés séparément leur variabilité les rend non utilisables pour une évaluation standardisée.

Enfin, ce travail confirme sur une large population, la validité subjective du simulateur dV-Trainer® ; le réalisme et l'intérêt pédagogique sont jugés élevés par les participants. Il ressort des questionnaires subjectifs 4 exercices pertinents pour un curriculum : « Camera Targeting 1, Match Board 3, Ring Walk 2 et 3, Suture Sponge 1, Tubes 2 » et 7 exercices pertinents pour un échauffement : « Needle Targeting, Peg Board 1 et 2, Ring and rail 1, Ring Walk 1 et 3, Suture Sponge 1 ».

Au regard de la littérature récente, ces résultats sont concordants avec les études de Lendvay<sup>7</sup> et Lerner<sup>8</sup> qui affirmaient l'intérêt général du simulateur dV-Trainer® comme outil de formation. De plus, nous avons déjà démontré dans un précédent travail que certains exercices « Pick and Place » et « Ring and Rail1 » étaient parmi les plus pertinents pour l'évaluation objective et standardisée des compétences techniques de base en chirurgie robotique.<sup>4</sup>

Notre étude a pour principale lacune de n'avoir testé qu'un seul simulateur. On peut cependant supposer que ces résultats sont transposables au simulateur Da Vinci Skills Simulator® (DVSS) car les exercices et le logiciel d'évaluation M-Score® sont identiques. Néanmoins, comme cela a été démontré par Liss,<sup>10</sup> les scores sur le simulateur DVSS sont globalement supérieurs à ceux du simulateur dV-T. Une étude est donc nécessaire avant de généraliser nos résultats au DVSS. Quant aux simulateurs Ross® et SEP-Robot®, la littérature est plus pauvre, leur validité est moindre.<sup>17-18-19-20</sup>

Dans notre étude, l'intérêt pédagogique était uniquement jugé sur les courbes d'apprentissage. Il conviendrait de confirmer ces résultats par une étude de la validité prédictive.<sup>30-31-32</sup> Elle permettrait de vérifier que les acquis sont transférables au bloc opératoire comme cela a été déjà démontré par Lerner pour certains exercices.<sup>8</sup>

Enfin, le simulateur dV-Trainer® ne saurait à lui seul couvrir tous les besoins de formation en chirurgie robotique. La formation doit être multimodale comme le souligne Buchs dans un récent « état de l'art » sur la formation en chirurgie robotique.<sup>33</sup>

Nous avons déjà démontré que le dV-Trainer® était un excellent outil pour une évaluation à grande échelle des compétences de base en chirurgie robotique selon le modèle des FLS.<sup>4</sup> Ce travail offre une base de données objective pour éclairer le choix des exercices d'un futur curriculum de type FRS « Fundamentals of Robotic Surgery » tel qu'il est souhaité par les sociétés savantes.

## **VI) Conclusion**

---

Le simulateur de chirurgie robotique dV-Trainer® est un outil pédagogique valide pour la formation et l'évaluation. Il répond aux critères de qualité en vue de l'établissement des FRS « Fundamentals of Robotic Surgery ».

Nous recommandons les exercices « Camera Targeting 2, Dots and Needles 2, Energy Switching 1, Match Board 2 et 3, Scaling, Suture Sponge 1, Thread the Ring 1, Tubes 1 » pour la formation et les exercices « Match Board 3, Pick and Place, Ring and Rail 1, Scaling, Suture Sponge 1, Thread the Ring 1 et 2 » pour l'évaluation.

## VII) Bibliographie

---

- [1] Amodeo A, Linares Quevedo A, Joseph JV, Belgrano E, Patel HRH. (2009). Robotic laparoscopic surgery: cost and training. *Minerva Urol Nefrol.* 61(2):121-128.
- [2] Herron DM, Marohn M; SAGES-MIRA Robotic Surgery Consensus Group. (2008). A consensus document on robotic surgery. *Surg Endosc.* 22(2):313-25.
- [3] Fundamentals of Robotic Surgery Consensus Conference III: Outcomes Measures and Curriculum Development. (2012). MITIE, HOUSTON, TX, USA.
- [4] Perrenot C, Perez M, Tran N, Jehl JP, Felblinger J, Bresler L, Hubert J. (2013). The virtual reality simulator dV-Trainer(®) is a valid assessment tool for robotic surgical skills. *Surg Endosc.* 26(9):2587-93.
- [5] Kenney PA, Wszolek MF, Gould JJ, Libertino JA, Moinzadeh A. (2009). Face, Content, and Construct Validity of dV-Trainer, a Novel Virtual Reality Simulator for Robotic Surgery. *Urology.* 73(6):1288-1292.
- [6] Sethi AS, Peine WJ, Mohammadi Y, Sundaram CP. (2009). Validation of a novel virtual reality robotic simulator. *J. Endourol.* 23(3):503-508.
- [7] Lendvay TS, Casale P, Sweet R, Peters C. (2008). VR robotic surgery: randomized blinded study of the dV-Trainer robotic simulator. *Stud Health Technol Inform.* 132:242-244.
- [8] Lerner MA, Ayalew M, Peine WJ, Sundaram CP. (2010). Does training on a virtual reality robotic simulator improve performance on the da Vinci surgical system? *J. Endourol.* 24(3):467-472.

[9] Lendvay TS, Casale P, Sweet R, Peters C. (2008) Initial validation of a virtual-reality robotic simulator. *J Robot Surg* 2:145–149.

[10] Liss MA, Abdelshehid C, Quach S, Lusch A, Graversen J, Landman J, McDougall EM. (2012) Validation, correlation, and comparison of the da Vinci trainer and the da Vinci surgical skills simulator using the mimic software for urologic robotic surgical education. *J Endourol* 26:1629–1634.

[11] Kelly DC, Margules AC, Kundavaram CR, Narins H, Gomella LG, trabulsi EJ, Lallas CD. (2012) Face, content, and construct validation of the Da Vinci Skills Simulator. *Urology* 79:1068–1072.

[12] Finnegan KT, Meraney AM, Staff I, Shichman SJ. et al (2012) da Vinci Skills Simulator construct validation study: correlation of prior robotic experience with overall score and time score simulator performance. *Urology* 80:330–335.

[13] Hung AJ, Patil MB, Zehnder P, Cai J, Ng CK, Aron M, Gill IS, Desai MM. Concurrent and predictive validation of a novel robotic surgery simulator: a prospective, randomized study. *J Urol* 187:630–637.

[14] Hung AJ, Zehnder P, Patil MB, Cai J, Ng CK, Aron M, Gill IS, Desai MM. (2011) Face, content and construct validity of a novel robotic surgery simulator. *J Urol* 186:1019–1024.

[15] Kesavadas T, Kumar A, Srimathveeravalli G. (2009) Efficacy of robotic surgery simulator (RoSS) for the daVinci surgical system. *J Urol* 181(Suppl):823.

[16] Seixas-Mikelus SA, Kesavadas T, Srimathveeravalli G, Chandrasekhar R, Wilding GE, Guru KA. (2010) Face validation of a novel robotic surgical simulator. *Urology* 76:357–360.

[17] Seixas-Mikelus SA, Stegemann AP, Kesavadas T, Srimathveeravalli G, Sathyaseelan, Chandrasekhar R, Wilding GE, Peabody JO, Guru KA. (2011) Content validation of a novel robotic surgical simulator. *BJU Int* 107:1130–1135.

[18] Kesavadas T, Stegemann A, Sathyaseelan G, CHowriappa A, Srimathveeravalli G, Seixas-Mikelus SA, Chandrasekhar R, Wilding GE, Guru KA. (2011) Validation of Robotic Surgery Simulator (RoSS). *Stud Health Technol Inform* 163:274–276.

[19] Van der Meijden OA, Broeders IA, Schijven MP (2010) The SEP “robot”: a valid virtual reality robotic simulator for the da Vinci surgical system? *Surg Technol Int* 19:51–58.

[20] Gavazzi A, Bahsoun AN, Van Haute W, Ahmed K, Elhage O, Jaye P, Khan MS, Dasgupta P. (2011) Face, content and construct validity of a virtual reality simulator for robotic surgery (SEP Robot). *Ann R Coll Surg Engl* 93:152–156.

[21] Fried GM. (2008). FLS assessment of competency using simulated laparoscopic tasks. *J. Gastrointest. Surg.* 12(2):210-212.

[22] Xeroulis G, Dubrowski A, Leslie K. (2009). Simulation in laparoscopic surgery: a concurrent validity study for FLS. *Surg Endosc.* 23(1):161-165.

[23] Sroka G, Feldman LS, Vassiliou MC, Kaneva PA, Fayez R, Fried GM. (2010). Fundamentals of laparoscopic surgery simulator training to proficiency improves laparoscopic performance in the operating room—a randomized controlled trial. *Am. J. Surg.* 199(1):115-120.

[24] Feldman LS, Sherman V, Fried GM. (2004). Using simulators to assess laparoscopic competence: ready for widespread use? *Surgery.* 135(1):28-42.

[25] Hogle NJ, Briggs WM, Fowler DL. (2007). Documenting a learning curve and test-retest reliability of two tasks on a virtual reality training simulator in laparoscopic surgery. *J Surg Educ.* 64(6):424-430.

[26] Sachdeva AK, Pellegrini CA, Johnson KA. (2008). Support for simulation-based surgical education through American College of Surgeons-accredited education institutes. *World J Surg.* 32(2):196-207.

[27] Scott DJ, Dunnington GL. (2008). The new ACS/APDS Skills Curriculum: moving the learning curve out of the operating room. *J Gastrointest Surg.* 12(2):213-21.

[28] Granry JC, Moll MC. (2012). Rapport de mission : Etat de l'art (national et international) en matières de pratiques de simulation dans le domaine de la santé. Dans le cadre du développement personnel continu (DPC) et de la prévention des risques associés au soin. Rapport HAS, 2012. [www.has-santé.fr](http://www.has-santé.fr)

[29] Guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé. (2012). Guide HAS, 2012. [www.has-santé.fr](http://www.has-santé.fr)

[30] Sweet RM, Hananel D, Lawrenz F. (2010). A unified approach to validation, reliability, and education study design for surgical technical skills training. *Arch Surg.* 145(2):197-201.

[31] Van Nortwick SS, Lendvay TS, Jensen AR, Wright AS, Horvath KD, Kim S. (2010). Methodologies for establishing validity in surgical simulation studies. *Surgery.* 147(5):622-630.

[32] Gallagher AG, Ritter EM, Satava RM. (2003). Fundamental principles of validation, and reliability: rigorous science for the assessment of surgical education and training. *Surg Endosc.* 17(10):1525-1529.

[33] Buchs NC, Pugin F, Volonté F, Morel P. (2013). Learning Tools and Simulation in Robotic Surgery: State of the Art. *World J Surg.* 2013 May 3. [Epub ahead of print]

## **VIII) Annexe**

### **Annexe 1 : Protocole de l'étude MED-FRS**

# FRS-MED protocol

## Fundamentals of Robotic Surgery, Multicentric Evaluation of DV-Trainer

### I) INTRODUCTION

#### **I-1) Goals of the study:**

- Objective choice of valid and reliable exercises
  - choice of exercises (valid and reliable)*
  - definition of expert level (baseline)*
  - definition of learning curve for each exercise*
  - definition of time needed to reach proficiency*
- Objective choice of valid criteria
  - confirmation of valid and non-valid criteria*
  - good weight of each criteria (optimization of scoring)*

→ **Definition of an international standard for training and credentialing in robotic surgery**

**FRS : “Fundamentals of Robotic Surgery “**

#### **I-2) Research Centers :**

- multicentric, international study
- in research centers with dVTrainers for robotic surgery training
  - NA: Hubert/Perrenot, Nancy, France
  - WA :Buller, University of Washington
  - CH : Guilianotti/Giangemi, Chicago
  - NY: Stifelman, New York University

## **II) PARTICIPANTS**

### **II-1) Categories of subjects**

ROBOTIC SURGEON  
robotic cases > 20

BEGINNERS  
< 2 hours of robotic experience (Da Vinci and/or dV-Trainer)

### **II-2) Blinding**

**\* Create a new user account for each participant in M-Sim**

**\* You have to blind all results with the above codes**

**(CITY - CATEGORIES -NUMBER; ex NAB1 = NANCY - BEGINNER - NUMBER 1 )**

**\* Use this code as Login**

### III) EXERCISES

All available scored exercises are included

The training program is divided in two sessions of 15 exercises with 3 levels in each session.

Every participant of robotic surgeons group will perform all exercises. Participants of beginners group will perform 15 exercises (LEVEL 1-2-3 or LEVEL 4-5-6)

There is one exercise which is performed in both sub-groups (Pick and Place). It will be used for checking equivalence of both sub-groups.

Level	Exercices	My scores																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>1</b>	PICK AND PLACE																				
	RING RAIL 1																				
	CAMERA TARGETING 1																				
	PEG BOARD 1																				
	ROPE WALK																				
<b>2</b>	SUTURE SPONGE 1																				
	THREAD THE RINGS1																				
	NEEDLE TARGETING																				
	DOTS AND NEEDLES 2																				
	TUBES 2																				
<b>3</b>	ENERGY DISSECTION 2																				
	ENERGY SWITCHING 1																				
	PEG BOARD 3																				
	RING WALK 2																				
	MATCH BOARD 3																				

Level	Exercices	My scores																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>4</b>	PICK AND PLACE																				
	MATCH BOARD 1																				
	RING WALK 1																				
	SCALING																				
	PEG BOARD 2																				
<b>5</b>	MATCH BOARD 2																				
	SUTURE SPONGE 2																				
	THREAD THE RINGS 2																				
	DOTS AND NEEDLES 1																				
	TUBES 1																				
<b>6</b>	ENERGY SWITCHING 1																				
	ENERGY DISSECTION 2																				
	RING RAIL 2																				
	CAMERA TARG 2																				
	RING WALK 3																				

**In a first time you will have to create the training program on your dV-Trainer with the six following levels by using “customize menu”  
All participants have to perform exercises in the above order**

## **IV) QUESTIONNAIRE**

### ***IV-1) Form of participation agreement***

I, the undersigned, accepts to participate to the MED-FRS study.

I notice that all collected data will be blinded.

I accept that this data are used for a scientific publication.

First Name:

Last Name:

Signature:

## IV-2) Pre-test questionnaire

### Please fill in the following information:

dV-Trainer Login .....

What is your gender? M F

What is your age? .....

In which surgical subspecialty do you practice? .....

• For how many years have you been practicing in this subspecialty?.....

Level of training : ( resident ,surgeons, ...) .....

#### Laparoscopic surgical skills:

Nb of years : .....

Nb of cases: .....

How often do you perform laparoscopic surgical cases?

Daily  Weekly  Monthly  Annually  <1/year

#### Robotic surgical skills:

Nb of years: .....

Nb of cases: .....

How often do you perform laparoscopic surgical cases?

Daily  Weekly  Monthly  Annually  <1/year

Have you previously been exposed to the Fundamentals of Laparoscopic Skills (FLS) training curriculum? Y N

If yes, what was the extent of your exposure or experience with FLS?

Awareness of FLS

Familiarization with FLS

Completed FLS Training to Proficiency

If yes, when were you last exposed to FLS training?

Within the past week

Within the past month

Within the past 6 months

Within the past year

It's been over a year (please indicate how long ago) .....

Have you previously been exposed to the MIMIC's dV-Trainer. Y N

If yes, what was the extent of your exposure or experience with dV-Trainer?

Awareness of dV Trainer

Familiarization with dV Trainer

Completed two or more training task

In the past, what is the most often that you have played video games?

Daily  Weekly  Monthly  Annually  <1/year

How often do you currently play video games?

Daily  Weekly  Monthly  Annually  <1/year

How skilled do you feel you are at playing video games?

Not Skilled At All  Somewhat Skilled  Very Skilled

**IV-3) Post-test questionnaire**

	Interest					Realism					Good exercise for warm-up?		Good exercise for curriculum?	
	Very low	Low	Medium	High	Very high	Very low	Low	Medium	High	Very high	Yes	No	Yes	No
PICK AND PLACE														
RING RAIL 1														
CAMERA TARGETING 1														
PEG BOARD 1														
ROPE WALK														
SUTURE SPONGE 1														
THREAD THE RINGS1														
NEEDLE TARGETING														
DOTS AND NEEDLES 2														
TUBES 2														
ENERGY DISSECTION 2														
ENERGY SWITCHING 1														
PEG BOARD 3														
RING WALK 2														
MATCH BOARD 3														
MATCH BOARD 1														
RING WALK 1														
SCALING														
PEG BOARD 2														
MATCH BOARD 2														
SUTURE SPONGE 2														
THREAD THE RINGS 2														
DOTS AND NEEDLES 1														
TUBES 1														
ENERGY SWITCHING 1														
ENERGY DISSECTION 2														
RING RAIL 2														
CAMERA TARG 2														
RING WALK 3														

## **V) CONDUCT OF THE STUDY**

### **V-1) Customization of the dV-Trainer for the study**

create user account as described above  
create customize menu as described above

### **V-2) Inclusion of participants**

Enroll participants (robotic surgeons and beginners)  
Each participant fill in the form of participation agreement  
Each participant fill in the pre-test questionnaire  
Each participant perform ten minutes of training on stacking challenge exercise (5 attempts) with explains about clutching, camera using and endowrist manipulation

### **V-3) Schedule for collecting data**

#### **V-3-1) For ROBOTIC SURGEONS GROUP**

One attempt on each exercise from level 1 to 6 (30 exercises)  
If an exercise is incomplete (for example due to a dV-Trainer failure), the participant must redo the exercise  
It is possible to perform all exercise in one session or twice (about 1 hour/session)

#### **V-3-2) For BEGINNERS**

randomization in two subgroups A and B of n participants  
sub-group A : LEVEL 1-2-3  
sub-group B: LEVEL 4-5-6  
“baseline evaluation” (attempt 1), on attempt for all 15 exercises  
“training program” on each exercise (attempt 2 to 19) by repeating each exercises 18 times before reaching next exercise  
“final evaluation ” (attempt 20), one attempt for all 15 exercises

### **V-4) Post-test questionnaire**

Each participant fill in post-test questionnaire at the end of the study

### **V-5) Sending data**

Please send data by E-mail at [perrenotcyril@gmail.com](mailto:perrenotcyril@gmail.com)  
For each participant :  
- one Word fill with the pre-test questionnaire and form of participation agreement  
-one Excel fill with post-test questionnaire  
-one .csv fill with all data collected from dV-Trainer by using export data .  
Select all criteria when exporting data.  
Please identify your fill as described below  
[CITY CATEGORIE NUMBER]  
ex: NAR1.doc or NAR1.docx  
WAB2.xls or WAB2.xlsx  
NYB3.csv

Permis d'imprimer

---

VU

NANCY, le  
Le Président de Thèse

**Professeur L. BRESLER**

NANCY, le  
Le Doyen de la Faculté de  
Médecine

**Professeur H. COUDANE**

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE /

NANCY, le

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE  
Par délégation

---

## RESUMÉ DE LA THESE

**Introduction:** Les simulateurs sont des outils validés en chirurgie robotique mais aucun standard n'est clairement défini pour leur utilisation. Le but de cette étude est d'aider au choix des exercices les plus pertinents pour une évaluation et une formation à la chirurgie robotique. Ceci grâce à l'analyse de la reproductibilité, des courbes d'apprentissage et de la validité de tous les exercices disponibles sur le simulateur dV-Trainer®.

**Matériel et méthodes:** Evaluation prospective multicentrique internationale d'avril 2011 à mars 2012, incluant un groupe de chirurgiens robotiques (plus de 20 interventions) et un groupe de novices (moins de 2 heures de chirurgie robotique et/ou de simulation). Tous les exercices (n=29) et tous les critères (n=11) proposés sur le simulateur étaient inclus. La validité subjective, i.e. validité évidente et validité de contenu était testée à l'aide de questionnaires. La validité objective, i.e. validité de construction, reproductibilité des scores et courbes d'apprentissage était analysée à partir des données extraites du logiciel de simulation.

**Résultats:** 21 chirurgiens robotiques et 28 novices, âgés de 26 à 58 ans étaient inclus. La validité subjective était élevée pour la plupart des exercices. Les scores globaux des chirurgiens robotiques étaient significativement supérieurs à ceux des novices : 67,8 +/- 15% versus 54,4 +/- 14 % (p<0.001). Dans l'analyse détaillée, cette différence n'était retrouvée que pour 14 exercices et 4 critères. La reproductibilité des scores était acceptable (Coefficient de Pearson, R>0,7) pour 15 exercices. Les courbes d'apprentissage retrouvaient une progression satisfaisante pour 13 exercices.

**Conclusion:** Ce travail offre une base de données objectives pour éclairer le choix des exercices d'un futur curriculum de type FRS « Fundamentals of Robotic Surgery » tel qu'il est souhaité par les sociétés savantes. Sept exercices semblent pertinents pour une évaluation standardisée et neuf pour une formation aux gestes de bases en chirurgie robotique.

---

### TITRE EN ANGLAIS :

Validity and learning curve of the dV-Trainer®, a virtual reality robotic simulator: results of MED-FRS multicentric study.

---

### THÈSE : MÉDECINE SPECIALISEE – ANNÉE 2013

---

**MOTS CLEFS :** Robot Da Vinci®, dV-Trainer®, courbe d'apprentissage, validité et reproductibilité, chirurgie robotique, simulation, formation chirurgicale.

---

### INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR :

UNIVERSITÉ DE LORRAINE  
Faculté de Médecine de Nancy  
9, avenue de la Forêt de Haye  
54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex