

UNIVERSITE MOHAMMED V  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE -RABAT-

ANNEE : 2018

THESE N° : 116

**L'APPRENTISSAGE DE LA CHIRURGIE PAR  
SIMULATION, EXPERIENCE DU DIPLOME UNIVERSITAIRE  
DE COELIOCHIRURGIE DE LA FACULTE DE MEDECINE ET  
DE PHARMACIE RABAT**

**THÈSE**

*Présentée et soutenue publiquement le:.....*

**PAR :**

***Mme SOUNI BEN JAMAA Ghizlane***

*Née le 02 décembre 1990 à Kénitra*

**Pour l'Obtention du Doctorat en Médecine**

MOTS CLES : Apprentissage – Coelochirurgie – Simulation .

**JURY**

**Mr. M. AHALLAT**

Professeur de Chirurgie Générale

**Mme. M. EL ALAOUI MHAMDI**

Professeur de Chirurgie Générale

**Mr. A. HRORA**

Professeur de Chirurgie Générale

**Mr. A. AIT ALI**

Professeur de Chirurgie Viscérale

**Mr. H. ZERHOUNI**

Professeur Agrégé de Chirurgie Pédiatrique

**Mr. M. RAISS**

Professeur de Chirurgie Générale

**PRESIDENT**

**RAPPORTEUR**

**JUGES**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"وعلمك ما لم تكن تعلم

وكان فضل الله عليك عظيمًا"

سورة النساء الآية 112

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمَ



UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE – RABAT

**DOYENS HONORAIRES :**

1962 – 1969 : Professeur Abdelmalek FARAJ  
1969 – 1974 : Professeur Abdellatif BERBICH  
1974 – 1981 : Professeur Bachir LAZRAK  
1981 – 1989 : Professeur Taieb CHKILI  
1989 – 1997 : Professeur Mohamed Tahar ALAOUI  
1997 – 2003 : Professeur Abdelmajid BELMAHI  
2003 – 2013 : Professeur Najia HAJJAJ - HASSOUNI



**ADMINISTRATION :**

**Doyen** : Professeur Mohamed ADNAOUI  
**Vice Doyen chargé des Affaires Académiques et étudiantes**  
Professeur Mohammed AHALLAT  
**Vice Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération**  
Professeur Taoufiq DAKKA  
**Vice Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie**  
Professeur Jamal TAOUFIK  
**Secrétaire Général** : Mr. Mohamed KARRA

**1- ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS  
ET  
PHARMACIENS**

**PROFESSEURS :**

**Décembre 1984**

Pr. MAAOUNI Abdelaziz  
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi  
Pr. SETTAF Abdellatif

Médecine Interne – **Clinique Royale**  
Anesthésie -Réanimation  
pathologie Chirurgicale

**Novembre et Décembre 1985**

Pr. BENSAID Younes

Pathologie Chirurgicale

**Janvier, Février et Décembre 1987**

Pr. CHAHED OUAZZANI Houria  
Pr. LACHKAR Hassan  
Pr. YAHYAOUI Mohamed

Gastro-Entérologie  
Médecine Interne  
Neurologie

**Décembre 1988**

Pr. BENHAMAMOUCHE Mohamed Najib  
Pr. DAFIRI Rachida

Chirurgie Pédiatrique  
Radiologie

**Décembre 1989**

Pr. ADNAOUI Mohamed  
Pr. CHAD Bouziane  
Pr. OUAZZANI Taïbi Mohamed Réda

Médecine Interne – **Doyen de la FMPR**  
Pathologie Chirurgicale  
Neurologie

**Janvier et Novembre 1990**

Pr. CHKOFF Rachid  
Pr. HACHIM Mohammed\*

Pathologie Chirurgicale  
Médecine-Interne

Pr. KHARBACH Aïcha  
Pr. MANSOURI Fatima  
Pr. TAZI Saoud Anas

**Février Avril Juillet et Décembre 1991**

Pr. AL HAMANY Zaïtounia  
Pr. AZZOUZI Abderrahim  
Pr. BAYAHIA Rabéa  
Pr. BELKOUCHI Abdelkader  
Pr. BENCHEKROUN Belabbes Abdellatif  
Pr. BENSOUA Yahia  
Pr. BERRAHO Amina  
Pr. BEZZAD Rachid  
Pr. CHABRAOUI Layachi  
Pr. CHERRAH Yahia  
Pr. CHOKAIRI Omar  
Pr. KHATTAB Mohamed  
Pr. SOULAYMANI Rachida  
Pr. TAOUFIK Jamal

Pr. AHALLAT Mohamed  
Pr. BENSOUA Adil  
Pr. BOUJIDA Mohamed Najib  
Pr. CHAHED OUZZANI Laaziza  
Pr. CHRAIBI Chafiq  
Pr. DEHAYNI Mohamed\*  
Pr. EL OUAHABI Abdessamad  
Pr. FELLAT Rokaya  
Pr. GHAFIR Driss\*  
Pr. JIDDANE Mohamed  
Pr. TAGHY Ahmed  
Pr. ZOUHDI Mimoun

**Mars 1994**

Pr. BENJAAFAR Noureddine  
Pr. BEN RAIS Nozha  
Pr. CAOUI Malika  
Pr. CHRAIBI Abdelmjid

Pr. EL AMRANI Sabah  
Pr. EL BARDOUNI Ahmed  
Pr. EL HASSANI My Rachid  
Pr. ERROUGANI Abdelkader  
Pr. ESSAKALI Malika  
Pr. ETTAYEBI Fouad  
Pr. HADRI Larbi\*

Gynécologie -Obstétrique  
Anatomie-Pathologique  
Anesthésie Réanimation

Anatomie-Pathologique  
Anesthésie Réanimation –**Doyen de la FMPO**  
Néphrologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Générale  
Pharmacie galénique  
Ophtalmologie  
Gynécologie Obstétrique  
Biochimie et Chimie  
Pharmacologie  
Histologie Embryologie  
Pédiatrie  
Pharmacologie – **Dir. du Centre National PV**  
Chimie thérapeutique **V.D à la pharmacie+Dir du CEDOC**

**Décembre 1992**

Chirurgie Générale V.D Aff. Acad. et Estud  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Gastro-Entérologie  
Gynécologie Obstétrique  
Gynécologie Obstétrique  
Neurochirurgie  
Cardiologie  
Médecine Interne  
Anatomie  
Chirurgie Générale  
Microbiologie



Radiothérapie  
Biophysique  
Biophysique  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques

**Doyen de la FMPA**

Gynécologie Obstétrique  
Traumato-Orthopédie  
Radiologie  
Chirurgie Générale- **Directeur CHIS**  
Immunologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Médecine Interne

Pr. HASSAM Badredine  
Pr. IFRINE Lahssan  
Pr. JELTHI Ahmed  
Pr. MAHFOUD Mustapha  
Pr. RHRAB Brahim  
Pr. SENOUCI Karima

**Mars 1994**

Pr. ABBAR Mohamed\*  
Pr. ABDELHAK M'barek  
Pr. BELAIDI Halima  
Pr. BENTAHILA Abdelali  
Pr. BENYAHIA Mohammed Ali  
Pr. BERRADA Mohamed Saleh  
Pr. CHAMI Ilham  
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae  
Pr. JALIL Abdelouahed  
Pr. LAKHDAR Amina  
Pr. MOUANE Nezha

**Mars 1995**

Pr. ABOUQUAL Redouane  
Pr. AMRAOUI Mohamed  
Pr. BAIDADA Abdelaziz  
Pr. BARGACH Samir  
Pr. CHAARI Jilali\*  
Pr. DIMOU M'barek\*  
Pr. DRISSI KAMILI Med Nordine\*  
Pr. EL MESNAOUI Abbes  
Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila  
Pr. HDA Abdelhamid\*  
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed  
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia  
Pr. SEFIANI Abdelaziz  
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

**Décembre 1996**

Pr. AMIL Touriya\*  
Pr. BELKACEM Rachid  
Pr. BOULANOUAR Abdelkrim  
Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan  
Pr. GAOUZI Ahmed  
Pr. MAHFOUDI M'barek\*  
Pr. OUADGHIRI Mohamed  
Pr. OUZEDDOUN Naima  
Pr. ZBIR EL Mehdi\*

**Novembre 1997**

Pr. ALAMI Mohamed Hassan

Dermatologie  
Chirurgie Générale  
Anatomie Pathologique  
Traumatologie – Orthopédie  
Gynécologie – Obstétrique  
Dermatologie

Urologie  
Chirurgie – Pédiatrique  
Neurologie  
Pédiatrie  
Gynécologie – Obstétrique  
Traumatologie – Orthopédie  
Radiologie  
Ophtalmologie  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Pédiatrie

Réanimation Médicale  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Gynécologie Obstétrique  
Médecine Interne  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Cardiologie - **Directeur HMI Med V**  
Urologie  
Ophtalmologie  
Génétique  
Réanimation Médicale

Radiologie  
Chirurgie Pédiatrie  
Ophtalmologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Radiologie  
Traumatologie-Orthopédie  
Néphrologie  
Cardiologie

Gynécologie-Obstétrique



Pr. BEN SLIMANE Lounis  
Pr. BIROUK Nazha  
Pr. ERREIMI Naima  
Pr. FELLAT Nadia  
Pr. HAIMEUR Charki\*  
Pr. KADDOURI Nouredine  
Pr. KOUTANI Abdellatif  
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid  
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ  
Pr. TAOUFIQ Jallal  
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

#### **Novembre 1998**

Pr. AFIFI RAJAA  
Pr. BENOMAR ALI  
Pr. BOUGTAB Abdesslam  
Pr. ER RIHANI Hassan  
Pr. BENKIRANE Majid\*  
Pr. KHATOURI ALI\*

#### **Janvier 2000**

Pr. ABID Ahmed\*  
Pr. AIT OUMAR Hassan  
Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr.Sououd  
Pr. BOURKADI Jamal-Eddine  
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer  
Pr. ECHARRAB El Mahjoub  
Pr. EL FTOUH Mustapha  
Pr. EL MOSTARCHID Brahim\*  
Pr. ISMAILI Hassane\*  
Pr. MAHMOUDI Abdelkrim\*  
Pr. TACHINANTE Rajae  
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

#### **Novembre 2000**

Pr. AIDI Saadia  
Pr. AJANA Fatima Zohra  
Pr. BENAMR Said  
Pr. CHERTI Mohammed  
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma  
Pr. EL HASSANI Amine  
Pr. EL KHADER Khalid  
Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah\*  
Pr. GHARBI Mohamed El Hassan  
Pr. MAHASSINI Najat  
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae  
Pr. ROUIMI Abdelhadi\*

Urologie  
Neurologie  
Pédiatrie  
Cardiologie  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Pédiatrique  
Urologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Psychiatrie  
Gynécologie Obstétrique

Gastro-Entérologie  
Neurologie – **Doyen de la FMP Abulcassis**  
Chirurgie Générale  
Oncologie Médicale  
Hématologie  
Cardiologie

Pneumophtisiologie  
Pédiatrie  
Pédiatrie  
Pneumo-ptisiologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Générale  
Pneumo-ptisiologie  
Neurochirurgie  
Traumatologie Orthopédie- **Dir. Hop. Av. Marr.**  
Anesthésie-Réanimation **Inspecteur du SSM**  
Anesthésie-Réanimation  
Médecine Interne

Neurologie  
Gastro-Entérologie  
Chirurgie Générale  
Cardiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Pédiatrie **Directeur Hop. Chekikh Zaied**  
Urologie  
Rhumatologie  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Anatomie Pathologique  
Pédiatrie  
Neurologie



**Décembre 2000**

Pr. ZOHAIR ABDELAH\*

**Décembre 2001**

Pr. BALKHI Hicham\*  
Pr. BENABDELJLIL Maria  
Pr. BENAMAR Loubna  
Pr. BENAMOR Jouda  
Pr. BENELBARHDADI Imane  
Pr. BENNANI Rajae  
Pr. BENOUACHANE Thami  
Pr. BEZZA Ahmed\*  
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi  
Pr. BOUMDIN El Hassane\*  
Pr. CHAT Latifa  
Pr. DAALI Mustapha\*  
Pr. DRISSI Sidi Mourad\*  
Pr. EL HIJRI Ahmed  
Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid  
Pr. EL MADHI Tarik  
Pr. EL OUNANI Mohamed  
Pr. ETTAIR Said  
Pr. GAZZAZ Miloudi\*  
Pr. HRORA Abdelmalek  
Pr. KABBAJ Saad  
Pr. KABIRI EL Hassane\*  
Pr. LAMRANI Moulay Omar  
Pr. LEKEHAL Brahim  
Pr. MAHASSIN Fattouma\*  
Pr. MEDARHRI Jalil  
Pr. MIKDAME Mohammed\*  
Pr. MOHSINE Raouf  
Pr. NOUINI Yassine  
Pr. SABBAH Farid  
Pr. SEFIANI Yasser  
Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

**Décembre 2002**

Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane\*  
Pr. AMEUR Ahmed \*  
Pr. AMRI Rachida  
Pr. AOURARH Aziz\*  
Pr. BAMOU Youssef \*  
Pr. BELMEJDOUB Ghizlene\*  
Pr. BENZEKRI Laila  
Pr. BENZZOUBEIR Nadia  
Pr. BERNOUSSI Zakiya

ORL

Anesthésie-Réanimation  
Neurologie  
Néphrologie  
Pneumo-phtisiologie  
Gastro-Entérologie  
Cardiologie  
Pédiatrie  
Rhumatologie  
Anatomie  
Radiologie  
Radiologie  
Chirurgie Générale  
Radiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Neuro-Chirurgie  
Chirurgie-Pédiatrique  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie **Directeur. Hop.d'Enfants**  
Neuro-Chirurgie  
Chirurgie Générale  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Thoracique  
Traumatologie Orthopédie  
Chirurgie Vasculaire Périphérique  
Médecine Interne  
Chirurgie Générale  
Hématologie Clinique  
Chirurgie Générale  
Urologie **Directeur Hôpital Ibn Sina**  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Vasculaire Périphérique  
Pédiatrie

Anatomie Pathologique  
Urologie  
Cardiologie  
Gastro-Entérologie  
Biochimie-Chimie  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Dermatologie  
Gastro-Entérologie  
Anatomie Pathologique



Pr. BICHRA Mohamed Zakariya\*  
 Pr. CHOHO Abdelkrim \*  
 Pr. CHKIRATE Bouchra  
 Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair  
 Pr. EL HAOURI Mohamed \*  
 Pr. FILALI ADIB Abdelhai  
 Pr. HAJJI Zakia  
 Pr. IKEN Ali  
 Pr. JAAFAR Abdeloihab\*  
 Pr. KRIOUILE Yamina  
 Pr. LAGHMARI Mina  
 Pr. MABROUK Hfid\*  
 Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss\*  
 Pr. OUJILAL Abdelilah  
 Pr. RACHID Khalid \*  
 Pr. RAISS Mohamed  
 Pr. RGUIBI IDRISSE Sidi Mustapha\*  
 Pr. RHOU Hakima  
 Pr. SIAH Samir \*  
 Pr. THIMOU Amal  
 Pr. ZENTAR Aziz\*

**Janvier 2004**

Pr. ABDELLAH El Hassan  
 Pr. AMRANI Mariam  
 Pr. BENBOUZID Mohammed Anas  
 Pr. BENKIRANE Ahmed\*  
 Pr. BOUGHALEM Mohamed\*  
 Pr. BOULAADAS Malik  
 Pr. BOURAZZA Ahmed\*  
 Pr. CHAGAR Belkacem\*  
 Pr. CHERRADI Nadia  
 Pr. EL FENNI Jamal\*  
 Pr. EL HANCHI ZAKI  
 Pr. EL KHORASSANI Mohamed  
 Pr. EL YOUNASSI Badreddine\*  
 Pr. HACHI Hafid  
 Pr. JABOUIRIK Fatima  
 Pr. KHARMAZ Mohamed  
 Pr. MOUGHIL Said  
 Pr. OUBAAZ Abdelbarre\*  
 Pr. TARIB Abdelilah\*  
 Pr. TIJAMI Fouad  
 Pr. ZARZUR Jamila

**Janvier 2005**

Pr. ABBASSI Abdellah

Psychiatrie  
 Chirurgie Générale  
 Pédiatrie  
 Chirurgie Pédiatrique  
 Dermatologie  
 Gynécologie Obstétrique  
 Ophtalmologie  
 Urologie  
 Traumatologie Orthopédie  
 Pédiatrie  
 Ophtalmologie  
 Traumatologie Orthopédie  
 Gynécologie Obstétrique  
 Oto-Rhino-Laryngologie  
 Traumatologie Orthopédie  
 Chirurgie Générale  
 Pneumophtisiologie  
 Néphrologie  
 Anesthésie Réanimation  
 Pédiatrie  
 Chirurgie Générale

Ophtalmologie  
 Anatomie Pathologique  
 Oto-Rhino-Laryngologie  
 Gastro-Entérologie  
 Anesthésie Réanimation  
 Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale  
 Neurologie  
 Traumatologie Orthopédie  
 Anatomie Pathologique  
 Radiologie  
 Gynécologie Obstétrique  
 Pédiatrie  
 Cardiologie  
 Chirurgie Générale  
 Pédiatrie  
 Traumatologie Orthopédie  
 Chirurgie Cardio-Vasculaire  
 Ophtalmologie  
 Pharmacie Clinique  
 Chirurgie Générale  
 Cardiologie

Chirurgie Réparatrice et Plastique



Pr. AL KANDRY Sif Eddine\*  
 Pr. ALLALI Fadoua  
 Pr. AMAZOUZI Abdellah  
 Pr. AZIZ Nouredine\*  
 Pr. BAHIRI Rachid  
 Pr. BARKAT Amina  
 Pr. BENYASS Aatif  
 Pr. BERNOUSSI Abdelghani  
 Pr. DOUDOUH Abderrahim\*  
 Pr. EL HAMZAOUI Sakina\*  
 Pr. HAJJI Leila  
 Pr. HESSISSEN Leila  
 Pr. JIDAL Mohamed\*  
 Pr. LAAROUSSI Mohamed  
 Pr. LYAGOUBI Mohammed  
 Pr. NIAMANE Radouane\*  
 Pr. RAGALA Abdelhak  
 Pr. SBIHI Souad  
 Pr. ZERAIDI Najia

**Décembre 2005**

Pr. CHANI Mohamed

**Avril 2006**

Pr. ACHEMLAL Lahsen\*  
 Pr. AKJOUJ Saïd\*  
 Pr. BELMEKKI Abdelkader\*  
 Pr. BENCHEIKH Razika  
 Pr. BIYI Abdelhamid\*  
 Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine  
 Pr. BOULAHYA Abdellatif\*  
 Pr. CHENGUETI ANSARI Anas  
 Pr. DOGHMI Nawal  
 Pr. FELLAT Ibtissam  
 Pr. FAROUDY Mamoun  
 Pr. HARMOUCHE Hicham  
 Pr. HANAFI Sidi Mohamed\*  
 Pr. IDRIS LAHLOU Amine\*  
 Pr. JROUNDI Laila  
 Pr. KARMOUNI Tariq  
 Pr. KILI Amina  
 Pr. KISRA Hassan  
 Pr. KISRA Mounir  
 Pr. LAATIRIS Abdelkader\*  
 Pr. LMIMOUNI Badreddine\*  
 Pr. MANSOURI Hamid\*  
 Pr. OUANASS Abderrazzak

Chirurgie Générale  
 Rhumatologie  
 Ophtalmologie  
 Radiologie  
 Rhumatologie  
 Pédiatrie  
 Cardiologie  
 Ophtalmologie  
 Biophysique  
 Microbiologie  
 Cardiologie  
 Pédiatrie  
 Radiologie  
 Chirurgie Cardio-vasculaire  
 Parasitologie  
 Rhumatologie  
 Gynécologie Obstétrique  
 Histo-Embryologie Cytogénétique  
 Gynécologie Obstétrique

Anesthésie Réanimation

Rhumatologie  
 Radiologie  
 Hématologie  
 O.R.L  
 Biophysique  
 Chirurgie - Pédiatrique  
 Chirurgie Cardio – Vasculaire  
 Gynécologie Obstétrique  
 Cardiologie  
 Cardiologie  
 Anesthésie Réanimation  
 Médecine Interne  
 Anesthésie Réanimation  
 Microbiologie  
 Radiologie  
 Urologie  
 Pédiatrie  
 Psychiatrie  
 Chirurgie – Pédiatrique  
 Pharmacie Galénique  
 Parasitologie  
 Radiothérapie  
 Psychiatrie



Pr. SAFI Soumaya\*  
Pr. SEKKAT Fatima Zahra  
Pr. SOUALHI Mouna  
Pr. TELLAL Saida\*  
Pr. ZAHRAOUI Rachida  
**Octobre 2007**  
Pr. ABIDI Khalid  
Pr. ACHACHI Leila  
Pr. ACHOUR Abdessamad\*  
Pr. AIT HOUSSA Mahdi\*  
Pr. AMHAJJI Larbi\*  
Pr. AOUI Sarra  
Pr. BAITE Abdelouahed\*  
Pr. BALOUCH Lhousaine\*  
Pr. BENZIANE Hamid\*  
Pr. BOUTIMZINE Nourdine  
Pr. CHARKAOUI Naoual\*  
Pr. EHIRCHIOU Abdelkader\*  
Pr. ELABSI Mohamed  
Pr. EL MOUSSAOUI Rachid  
Pr. EL OMARI Fatima  
Pr. GHARIB Noureddine  
Pr. HADADI Khalid\*  
Pr. ICHOU Mohamed\*  
Pr. ISMAILI Nadia  
Pr. KEBDANI Tayeb  
Pr. LALAOUI SALIM Jaafar\*  
Pr. LOUZI Lhousain\*  
Pr. MADANI Naoufel  
Pr. MAHI Mohamed\*  
Pr. MARC Karima  
Pr. MASRAR Azlarab  
Pr. MRABET Mustapha\*  
Pr. MRANI Saad\*  
Pr. OUZZIF Ez zohra\*  
Pr. RABHI Monsef\*  
Pr. RADOUANE Bouchaib\*  
Pr. SEFFAR Myriame  
Pr. SEKHSOKH Yessine\*  
Pr. SIFAT Hassan\*  
Pr. TABERKANET Mustafa\*  
Pr. TACHFOUTI Samira  
Pr. TAJDINE Mohammed Tariq\*  
Pr. TANANE Mansour\*  
Pr. TLIGUI Houssain

Endocrinologie  
Psychiatrie  
Pneumo – Phtisiologie  
Biochimie  
Pneumo – Phtisiologie  
  
Réanimation médicale  
Pneumo phtisiologie  
Chirurgie générale  
Chirurgie cardio vasculaire  
Traumatologie orthopédie  
Parasitologie  
Anesthésie réanimation  
Biochimie-chimie  
Pharmacie clinique  
Ophtalmologie  
Pharmacie galénique  
Chirurgie générale  
Chirurgie générale  
Anesthésie réanimation  
Psychiatrie  
Chirurgie plastique et réparatrice  
Radiothérapie  
Oncologie médicale  
Dermatologie  
Radiothérapie  
Anesthésie réanimation  
Microbiologie  
Réanimation médicale  
Radiologie  
Pneumo phtisiologie  
Hématologique  
Médecine préventive santé publique et hygiène  
Virologie  
Biochimie-chimie  
Médecine interne  
Radiologie  
Microbiologie  
Microbiologie  
Radiothérapie  
Chirurgie vasculaire périphérique  
Ophtalmologie  
Chirurgie générale  
Traumatologie orthopédie  
Parasitologie



**Directeur ERSM**

Pr. TOUATI Zakia

**Décembre 2007**

Pr. DOUHAL ABDERRAHMAN

**Décembre 2008**

Pr. ZOUBIR Mohamed\*

Pr. TAHIRI My El Hassan\*

**Mars 2009**

Pr. ABOUZAHIR Ali\*

Pr. AGDR Aomar\*

Pr. AIT ALI Abdelmounaim\*

Pr. AIT BENHADDOU El hachmia

Pr. AKHADDAR Ali\*

Pr. ALLALI Nazik

Pr. AMINE Bouchra

Pr. ARKHA Yassir

Pr. BELYAMANI Lahcen\*

Pr. BJIJOU Younes

Pr. BOUHSAIN Sanae\*

Pr. BOUI Mohammed\*

Pr. BOUNAIM Ahmed\*

Pr. BOUSSOUGA Mostapha\*

Pr. CHAKOUR Mohammed \*

Pr. CHTATA Hassan Toufik\*

Pr. DOGHMI Kamal\*

Pr. EL MALKI Hadj Omar

Pr. EL OUENNASS Mostapha\*

Pr. ENNIBI Khalid\*

Pr. FATHI Khalid

Pr. HASSIKOU Hasna \*

Pr. KABBAJ Nawal

Pr. KABIRI Meryem

Pr. KARBOUBI Lamya

Pr. L'KASSIMI Hachemi\*

Pr. LAMSAOURI Jamal\*

Pr. MARMADÉ Lahcen

Pr. MESKINI Toufik

Pr. MESSAOUDI Nezha \*

Pr. MSSROURI Rahal

Pr. NASSAR Ittimade

Pr. OUKERRAJ Latifa

Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani \*

**PROFESSEURS AGREGES :**

**Octobre 2010**

Pr. ALILOU Mustapha

Pr. AMEZIANE Taoufiq\*

Cardiologie

Ophthalmologie

Anesthésie Réanimation

Chirurgie Générale

Médecine interne

Pédiatre

Chirurgie Générale

Neurologie

Neuro-chirurgie

Radiologie

Rhumatologie

Neuro-chirurgie

Anesthésie Réanimation

Anatomie

Biochimie-chimie

Dermatologie

Chirurgie Générale

Traumatologie orthopédique

Hématologie biologique

Chirurgie vasculaire périphérique

Hématologie clinique

Chirurgie Générale

Microbiologie

Médecine interne

Gynécologie obstétrique

Rhumatologie

Gastro-entérologie

Pédiatrie

Pédiatrie

Microbiologie **Directeur Hôpital My Ismail**

Chimie Thérapeutique

Chirurgie Cardio-vasculaire

Pédiatrie

Hématologie biologique

Chirurgie Générale

Radiologie

Cardiologie

Pneumo-phtisiologie

Anesthésie réanimation

Médecine interne



Pr. BELAGUID Abdelaziz  
Pr. BOUAITY Brahim\*  
Pr. CHADLI Mariama\*  
Pr. CHEMSI Mohamed\*  
Pr. DAMI Abdellah\*  
Pr. DARBI Abdellatif\*  
Pr. DENDANE Mohammed Anouar  
Pr. EL HAFIDI Naima  
Pr. EL KHARRAS Abdennasser\*  
Pr. EL MAZOUZ Samir  
Pr. EL SAYEGH Hachem  
Pr. ERRABIH Ikram  
Pr. LAMALMI Najat  
Pr. MOSADIK Ahlam  
Pr. MOUJAHID Mountassir\*  
Pr. NAZIH Mouna\*  
Pr. ZOUAIDIA Fouad

### **Mai 2012**

Pr. AMRANI Abdelouahed  
Pr. ABOUELALAA Khalil\*  
Pr. BELAIZI Mohamed\*  
Pr. BENCHEBBA Driss\*  
Pr. DRISSI Mohamed\*  
Pr. EL ALAOUI MHAMDI Mouna  
Pr. EL KHATTABI Abdessadek\*  
Pr. EL OUAZZANI Hanane\*  
Pr. ER-RAJI Mounir  
Pr. JAHID Ahmed  
Pr. MEHSSANI Jamal\*  
Pr. RAISSOUNI Maha\*

### **Février 2013**

Pr. AHID Samir  
Pr. AIT EL CADI Mina  
Pr. AMRANI HANCI Laila  
Pr. AMOUR Mourad  
Pr. AWAB Almahti  
Pr. BELAYACHI Jihane  
Pr. BELKHADIR Zakaria Houssain  
Pr. BENCHEKROUN Laila  
Pr. BENKIRANE Souad  
Pr. BENNANA Ahmed\*  
Pr. BENSGHIR Mustapha\*  
Pr. BENYAHIA Mohammed\*  
Pr. BOUATIA Mustapha  
Pr. BOUABID Ahmed Salim\*

Physiologie  
ORL  
Microbiologie  
Médecine aéronautique  
Biochimie chimie  
Radiologie  
Chirurgie pédiatrique  
Pédiatrie  
Radiologie  
Chirurgie plastique et réparatrice  
Urologie  
Gastro entérologie  
Anatomie pathologique  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie générale  
Hématologie  
Anatomie pathologique

Chirurgie Pédiatrique  
Anesthésie Réanimation  
Psychiatrie  
Traumatologie Orthopédique  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale  
Médecine Interne  
Pneumophtisiologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Anatomie pathologique  
Psychiatrie  
Cardiologie

Pharmacologie – Chimie  
Toxicologie  
Gastro-Entérologie  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Réanimation Médicale  
Anesthésie Réanimation  
Biochimie-Chimie  
Hématologie  
Informatique Pharmaceutique  
Anesthésie Réanimation  
Néphrologie  
Chimie Analytique  
Traumatologie Orthopédie



Pr. BOUTARBOUCH Mahjouba  
 Pr. CHAIB Ali\*  
 Pr. DENDANE Tarek  
 Pr. DINI Nouzha\*  
 Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Mohamed Ali  
 Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Najwa  
 Pr. ELFATEMI Nizare  
 Pr. EL GUERROUJ Hasnae  
 Pr. EL HARTI Jaouad  
 Pr. EL JOUDI Rachid\*  
 Pr. EL KABABRI Maria  
 Pr. EL KHANNOUSSI Basma  
 Pr. EL KHLOUFI Samir  
 Pr. EL KORAICHI Alae  
 Pr. EN-NOUALI Hassane\*  
 Pr. ERRGUIG Laila  
 Pr. FIKRI Meryim  
 Pr. GHFIR Imade  
 Pr. IMANE Zineb  
 Pr. IRAQI Hind  
 Pr. KABBAJ Hakima  
 Pr. KADIRI Mohamed\*  
 Pr. LATIB Rachida  
 Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra  
 Pr. MEDDAH Bouchra  
 Pr. MELHAOUI Adyl  
 Pr. MRABTI Hind  
 Pr. NEJJARI Rachid  
 Pr. OUBEJJA Houda  
 Pr. OUKABLI Mohamed\*  
 Pr. RAHALI Younes  
 Pr. RATBI Ilham  
 Pr. RAHMANI Mounia  
 Pr. REDA Karim\*  
 Pr. REGRAGUI Wafa  
 Pr. RKAIN Hanan  
 Pr. ROSTOM Samira  
 Pr. ROUAS Lamiaa  
 Pr. ROUIBAA Fedoua\*  
 Pr. SALIHOUN Mouna  
 Pr. SAYAH Rochde  
 Pr. SEDDIK Hassan\*  
 Pr. ZERHOUNI Hicham  
 Pr. ZINE Ali\*

**Avril 2013**

Anatomie  
 Cardiologie  
 Réanimation Médicale  
 Pédiatrie  
 Anesthésie Réanimation  
 Radiologie  
 Neuro-Chirurgie  
 Médecine Nucléaire  
 Chimie Thérapeutique  
 Toxicologie  
 Pédiatrie  
 Anatomie Pathologie  
 Anatomie  
 Anesthésie Réanimation  
 Radiologie  
 Physiologie  
 Radiologie  
 Médecine Nucléaire  
 Pédiatrie  
 Endocrinologie et maladies métaboliques  
 Microbiologie  
 Psychiatrie  
 Radiologie  
 Médecine Interne  
 Pharmacologie  
 Neuro-chirurgie  
 Oncologie Médicale  
 Pharmacognosie  
 Chirurgie Pédiatrique  
 Anatomie Pathologique  
 Pharmacie Galénique  
 Génétique  
 Neurologie  
 Ophtalmologie  
 Neurologie  
 Physiologie  
 Rhumatologie  
 Anatomie Pathologique  
 Gastro-Entérologie  
 Gastro-Entérologie  
 Chirurgie Cardio-Vasculaire  
 Gastro-Entérologie  
 Chirurgie Pédiatrique  
 Traumatologie Orthopédie



Pr. EL KHATIB Mohamed Karim\*  
Pr. GHOUNDALE Omar\*  
Pr. ZYANI Mohammad\*

*\*Enseignants Militaires*

**MARS 2014**

ACHIR ABDELLAH  
BENCHAKROUN MOHAMMED  
BOUCHIKH MOHAMMED  
EL KABBAJ DRISS  
EL MACHTANI IDRISSE SAMIRA  
HARDIZI HOUYAM  
HASSANI AMALE  
HERRAK LAILA  
JANANE ABDELLA TIF  
JEAIDI ANASS  
KOUACH JAOUAD  
LEMNOUER ABDELHAY  
MAKRAM SANAA  
OULAHYANE RACHID  
RHISSASSI MOHAMED JMFAR  
SABRY MOHAMED  
SEKKACH YOUSSEF  
TAZL MOUKBA. :LA.KLA.

*\*Enseignants Militaires*

**DECEMBRE 2014**

ABILKACEM RACHID'  
AIT BOUGHIMA FADILA  
BEKKALI HICHAM  
BENAZZOU SALMA  
BOUABDELLAH MOUNYA  
BOUCHRIK MOURAD  
DERRAJI SOUFIANE  
DOBLALI TAOUFIK  
EL AYOUBI EL IDRISSE ALI  
EL GHADBANE ABDEDAIM HATIM  
EL MARJANY MOHAMMED  
FEJJAL NAWFAL  
JAHIDI MOHAMED  
LAKHAL ZOUHAIR  
OUDGHIRI NEZHA  
Rami Mohamed  
SABIR MARIA  
SBAI IDRISSE KARIM

*\*Enseignants Militaires*

**AOÛT 2015**

Meziane meryem

Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale  
Urologie  
Médecine Interne

Chirurgie Thoracique  
Traumatologie- Orthopédie  
Chirurgie Thoracique  
Néphrologie  
Biochimie-Chimie  
Histologie- Embryologie-Cytogénétique  
Pédiatrie  
Pneumologie  
Urologie  
Hématologie Biologique  
Génécologie-Obstétrique  
Microbiologie  
Pharmacologie  
Chirurgie Pédiatrique  
CCV  
Cardiologie  
Médecine Interne  
Génécologie-Obstétrique

Pédiatrie  
Médecine Légale  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Maxillo-Faciale  
Biochimie-Chimie  
Parasitologie  
Pharmacie Clinique  
Microbiologie  
Anatomie  
Anesthésie-Réanimation  
Radiothérapie  
Chirurgie Réparatrice et Plastique  
O.R.L  
Cardiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Pédiatrique  
Psychiatrie  
Médecine préventive, santé publique et Hyg.

Dermatologie



Tahri latifa

Rhumatologie

**JANVIER 2016**

BENKABBOU AMINE  
EL ASRI FOUAD  
ERRAMI NOUREDDINE  
NITASSI SOPHIA

Chirurgie Générale  
Ophtalmologie  
O.R.L  
O.R.L

**2- ENSEIGNANTS – CHERCHEURS SCIENTIFIQUES**

**PROFESSEURS / PRs. HABILITES**

Pr. ABOUDRAR Saadia  
Pr. ALAMI OUHABI Naïma  
Pr. ALAOUI KATIM  
Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma  
Pr. ANSAR M'hammed  
Pr. BOUHOUCHE Ahmed  
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz  
Pr. BOURJOUANE Mohamed  
Pr. CHAHED OUZZANI Lalla Chadia  
Pr. DAKKA Taoufiq  
Pr. DRAOUI Mustapha  
Pr. EL GUESSABI Lahcen  
Pr. ETTAIB Abdelkader  
Pr. FAOUZI Moulay El Abbas  
Pr. HAMZAOUI Laila  
Pr. HMAMOUCHE Mohamed  
Pr. IBRAHIMI Azeddine  
Pr. KHANFRI Jamal Eddine  
Pr. OULAD BOUYAHYA IDRISSE Med  
Pr. REDHA Ahlam  
Pr. TOUATI Driss  
Pr. ZAHIDI Ahmed  
Pr. ZELLOU Amina

Physiologie  
Biochimie – chimie  
Pharmacologie  
Histologie-Embryologie  
Chimie Organique et Pharmacie Chimique  
Génétique Humaine  
Applications Pharmaceutiques  
Microbiologie  
Biochimie – chimie  
Physiologie  
Chimie Analytique  
Pharmacognosie  
Zootechnie  
Pharmacologie  
Biophysique  
Chimie Organique  
Biologie moléculaire  
Biologie  
Chimie Organique  
Chimie  
Pharmacognosie  
Pharmacologie  
Chimie Organique



*Mise à jour le 14/12/2016 par le  
Service des Ressources Humaines*

# *Dédicaces*



Je dédie cette thèse à...

*A Allah*

*Tout puissant*

*Qui m'a inspiré*

*Qui m'a guidé dans le bon chemin*

*Je Vous dois ce que je suis devenue*

*Louanges et remerciements*

*Pour Votre clémence et miséricorde*

A LA MEMOIRE DE MON TRES CHER GRAND PERE

MOHAMMED LAKRANBI

Pour ton amour, tes prières et tes encouragements qui m'ont été d'un grand soutien.

Je suis sûr que tu es fière de moi aujourd'hui. Tu es pour moi une source inépuisable de sagesse.

Il n'y a aucun mot qui suffit pour te dire merci, tu es et tu resteras, pour toujours dans mon cœur... Je t'aime énormément et je suis vraiment très fière d'être ton petit fils...

Qu'ALLAH le Tout Puissant puisse t'accueillir en Son Vaste Paradis et t'accorder Sa Sainte Miséricorde in'challah.



## A MA TRES CHERE MAMAN SOUAD

A la plus douce et la plus merveilleuse de toutes les mamans. A une  
personne qui m'a tout donné sans compter.

Aucun hommage ne saurait transmettre à sa juste valeur ; l'amour, le  
dévouement et le respect que je porte pour toi.

Sans toi, je ne suis rien, mais grâce à toi je deviens médecin.

J'implore Dieu qu'il te procure santé et qu'il m'aide à te compenser  
tous les malheurs passés. Pour que plus jamais le chagrin ne pénètre  
ton cœur, car j'aurais encore besoin de ton amour.

Je te dédie ce travail qui grâce à toi a pu voir le jour.

Je te dédie à mon tour cette thèse qui concrétise ton rêve le plus cher  
et qui n'est que le fruit de tes conseils et de tes encouragements.

Tes prières ont été pour moi un grand soutien tout au long de mes  
études.

J'espère que tu trouveras dans ce modeste travail un témoignage de  
ma gratitude, ma profonde affection et mon profond respect.

Puisse Dieu tout puissant te protéger du mal, te procurer longue vie,  
santé et bonheur afin que je puisse te rendre un minimum de ce que je

te dois

Je t'aime maman ...



## A MON TRES CHER PERE JAMAL

A celui qui m'a aidé à découvrir le savoir, le trésor inépuisable. Tu as toujours été le meilleur, tu as su m'entourer d'attention, m'apprendre le sens du travail, de l'honnêteté et de la responsabilité.

Merci d'avoir été toujours là pour moi, un grand soutien tout au long de mes études.

Tu as été et tu seras toujours un exemple pour moi pour tes qualités humaines, ta persévérance et ton perfectionnisme.

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer la profondeur de mon respect, ma considération, ma reconnaissance et mon amour éternel.

Que Dieu te préserve des malheurs de la vie afin que tu demeures le flambeau illuminant mon chemin.

Je t'aime papa ...



## A MON TRÈS CHER MARI REDA

Quand je t'ai connu, j'ai trouvé l'homme de ma vie, mon âme sœur et la lumière de mon chemin.

Ma vie à tes côtés est remplie de belles surprises.

Ton soutien moral, tes sacrifices, ta gentillesse sans égal et ton profond attachement m'ont permis de réussir mes études.

Sans ton aide, tes conseils et tes encouragements, ce travail n'aurait vu le jour.

Que Dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein, et que cette thèse soit le témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle.



## A MES PETITS ANGES NIZAR ET NIHAL

Vous êtes ces petits rayons de soleil qui illuminent ma vie.

Votre joie de vivre et vos sourires ont été pour moi le meilleur encouragement que je puisse avoir.

J'espère que ma thèse sera pour vous source de fierté et qu'elle sera un exemple à suivre.

Que Dieu vous garde et vous protège.

Je vous aime mes chéris.



## **A MON TRÈS CHER FRÈRE OMAR**

En souvenir d'une enfance dont nous avons partagé les meilleurs et les plus agréables moments.

Que ce travail te reflète ma profonde affection, et mon amour.

Que Dieu te protège et te procure bonheur, santé et prospérité.

## **A MA TRÈS CHÈRE SŒUR JIHANE**

Pour ta spontanéité et toute l'ambiance dont tu m'as entouré.

Je te dédie cette thèse, en te souhaitant un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.

Je vous aime ...



## **A LA MÉMOIRE DE MES GRAND PARENTS PATERNELS ET MA GRAND-MÈRE MATERNELLE**

Le destin ne nous a pas laissé le temps pour jouir de ce bonheur ensemble et de vous exprimer tout mon respect.

Puisse Dieu tout puissant vous accorder sa clémence, sa miséricorde et vous accueillir dans son saint Paradis.

## **A MES TANTES MATERNELLES LATIFA ; RACHIDA ; JAMILA**

Vous êtes pour moi des deuxièmes mamans.

Vous étiez toujours à mes côtés à m'encourager et me soutenir.

Je ne saurais exprimer tout l'amour que je vous porte et ma gratitude pour votre soutien inconditionnel.

Je vous dédie cette thèse tout en vous souhaitant une longue vie pleine de réussite, de santé et de bonheur.



## **A MON ONCLE FOUAD ET SA PETITE FAMILLE**

Avec toute mon affection et estime, je vous souhaite beaucoup de réussite et de bonheur, autant dans votre vie professionnelle que personnelle.

Que ce travail soit la preuve du respect que je porte à votre égard, et du désir que j'ai depuis toujours de vous honorer.

## **A LA MÉMOIRE DE MON ONCLE AZIZ**

J'aurais aimé que tu soies parmi nous en ce moment pour partager avec nous cette joie, le destin en a décidé autrement...

Je te dédie ce modeste travail comme symbole de mon amour, respect et gratitude.

Puisse Dieu te bercer dans sa miséricorde.



**A MES TANTES PATERNELLES FATIMA ZAHRA ;  
AMINA ; SOUAD ; KHADIJA ; ASMAE ET LEURS  
MARIS**

Que ce travail soit la preuve de l'estime, du respect que je porte à votre égard, et du désir que j'ai depuis toujours de vous honorer.

Tous mes vœux de bonheur et de santé.

**A MES ONCLES PATERNELS**

Que ce travail soit la preuve de l'estime, du respect que je porte à votre égard, et du désir que j'ai depuis toujours de vous honorer.

Tous mes vœux de bonheur et de santé.

**A MES COUSINS ET COUSINES**

Je vous dédie cette thèse tout en vous souhaitant une longue vie pleine de réussite, de santé et de bonheur.



## A MA CHÈRE BELLE MÈRE NAIMA

Je ne pourrais jamais exprimer le respect que j'ai pour toi.

Je te dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que tu m'as offert depuis mon mariage, de ta tolérance, et de ta bonté.

Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver du mal, t'accorder santé et bonheur et te procurer une longue vie.

## A MON BEAU PÈRE MOHAMMED

Je ne pourrais jamais exprimer le respect que j'ai pour vous.

vos encouragements et votre soutien m'ont toujours été d'un grand secours.

Que ce travail soit la preuve de l'estime, du respect que je porte à votre égard.



**A MA BELLE-SŒUR NADIA  
ET SA PETITE FAMILLE**

Je vous dédie cette thèse, en vous souhaitant un avenir plein de joie,  
de bonheur, de réussite et de sérénité.

**A MA BELLE-SŒUR HIND**

Pour ta spontanéité et ton grand cœur, je te dédie cette thèse, en te  
souhaitant un avenir plein de joie, de bonheur et de réussite.



## **A MES AMIS ET COLLÈGUES**

En souvenir des moments merveilleux que nous avons passés.

Avec toute mon affection et estime, je vous souhaite beaucoup de réussite et de bonheur, autant dans votre vie professionnelle que personnelle.

**A TOUS CEUX OU CELLES QUI ME SONT CHERS ET QUE J' AI OMIS INVOLONTAIREMENT DE CITER.**

**A TOUS MES ENSEIGNANTS TOUT AU LONG DE MES ÉTUDES.**

**A TOUS CEUX QUI ONT PARTICIPÉ DE PRÈS OU DE LOIN À LA RÉALISATION DE CE TRAVAIL.**

**A TOUS CEUX QUI ONT CETTE PÉNIBLE TÂCHE DE SOULAGER LES GENS ET DIMINUER LEURS SOUFFRANCES.**



# *Remerciements*



**A NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE  
MONSIEUR LE PROFESSEUR M. AHALLAT**

Professeur de chirurgie générale et vice-doyen à la Faculté de  
Médecine et de Pharmacie de RABAT.

Nous vous sommes infiniment reconnaissants de ce grand honneur  
que vous nous faites en acceptant de présider le jury de cette thèse.

Votre grand savoir, votre dynamisme et votre amabilité ont toujours  
suscité en nous grande estime.

Veillez trouver ici, le témoignage de notre vive gratitude et haute  
considération.



**A NOTRE MAÎTRE ET RAPPORTEUR DE THÈSE  
MADAME LE PROFESSEUR  
M. EL ALAOUI MHAMDI**

Professeur de chirurgie générale

Vous m'avez honoré par votre confiance en me confiant cet excellent  
sujet de travail.

Je vous remercie pour les conseils fructueux que vous nous avez  
prodigué à chaque étape de la réalisation de ce travail.

Vous nous avez toujours réservé le meilleur accueil, malgré vos  
obligations professionnelles.

Votre bonté, votre modestie, votre compréhension, ainsi que vos  
qualités professionnelles ne peuvent que susciter notre grande estime  
et profond respect.



**A NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE  
MONSIEUR LE PROFESSEUR A. HRORA**

Professeur de Chirurgie Générale

Vous nous faites l'honneur de vous intéresser à notre travail et de bien vouloir siéger parmi le jury de notre thèse.

Nous avons été particulièrement touchés par la chaleur de votre accueil, votre modestie et votre sympathie.

Veillez trouver ici l'expression de notre grand respect et nos vifs remerciements.



**A NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE  
MONSIEUR LE PROFESSEUR A. AIT ALI**

Professeur de Chirurgie Viscérale

Votre présence dans ce jury témoigne de l'importance que  
vous accordez à chacun de vos étudiants.

Permettez-nous de vous remercier pour l'amabilité d'avoir accepté de  
faire partie de nos juges et de vous exprimer notre profond respect.



**A NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE  
MONSIEUR LE PROFESSEUR H. ZERHOUNI**

Professeur Agrégé de Chirurgie Pédiatrique

Nous sommes particulièrement touchés par la gentillesse avec laquelle vous avez bien voulu accepter de juger ce travail.

Votre parcours professionnel, votre charisme et vos qualités humaines font de vous un grand professeur et nous inspirent une grande admiration et un profond respect.

Permettez-nous, cher maître, de vous exprimer notre sincère gratitude.



**A NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE  
MONSIEUR LE PROFESSEUR M. RAISS**

Professeur de Chirurgie Générale

Nous vous remercions pour la spontanéité et la simplicité avec laquelle vous avez accepté de juger ce travail.

Nous espérons être dignes de votre confiance, et nous prions cher maître d'accepter notre profonde reconnaissance et notre haute considération.



## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : exercice 1 du premier séminaire.....	9
Figure 2 : exercice 2 du premier séminaire.....	10
Figure 3 (a ; b) : exercice 3 du premier séminaire. ....	11
Figure 4: exercice 4 du premier séminaire.....	12
Figure 5: exercice 5 du premier séminaire.....	12
Figure 6: exercice 6 du premier séminaire.....	13
Figure 7: exercice 7 du premier séminaire.....	13
Figure 8: exercice 8 du premier séminaire.....	14
Figure 9: exercice 1 du deuxième séminaire.....	18
Figure 10 (a ; b ; c) : exercice 2 du deuxième séminaire. ....	20
Figure 11(a ; b ; c) : exercice 3 du deuxième séminaire. ....	21
Figure 12: exercice 4 du deuxième séminaire.....	22
Figure 13 (a ; b) : exercice 5 du deuxième séminaire. ....	23
Figure 14 (a ;b) : exercice 6 du deuxième séminaire. ....	24
Figure 15: exercice 7 du deuxième séminaire.....	25
Figure 16 (a ;b ;c) : exercice 8 du deuxième séminaire. ....	26
Figure 17 (a ; b ;c): exercice 9 du deuxième séminaire. ....	28
Figure 18: exercice 10 du deuxième séminaire.....	29
Figure 19 (a ;b ;c): exercice 1 du troisième séminaire.....	33
Figure 20 (a ;b ;c) : exercice 2 du troisième séminaire.....	34
Figure 21(a ;b ;c) : exercice 3 du troisième séminaire.....	35
Figure 22 (a ;b) : exercice 4 du troisième séminaire.....	36
Figure 23: exercice 5 du troisième séminaire. ....	37

Figure 24: exercice 6 du troisième séminaire. ....	38
Figure 25(a ;b ;c): exercice 7 du troisième séminaire.....	39
Figure 26(a ;b ;c) : exercice 8 du troisième séminaire.....	40
Figure 27: photo du centre de simulation de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat.....	42
Figure 28(a ;b) : photos prises lors d'un séminaire de diplôme universitaire de cœliochirurgie à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat (entraînements sur laparotrainer). ....	43
Figure 29(a ;b) : photos prises lors d'un séminaire de diplôme universitaire de cœliochirurgie à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat (entraînements sur le cochon). ....	44
Figure 30: exemple d'une salle d'opération moderne intégrant toutes les .....	48
Figure 31: la colonne de cœlioscopie.....	49
Figure 32: insufflateur électronique. Le premier chiffre à gauche indique .....	52
Figure 33:trocarts à pointe pyramidale métallique utilisés pour passer.....	54
Figure 34: les différents types de ciseaux .....	55
Figure 35: ciseaux courbes cœlioscopiques. a. vue d'ensemble ; b.ciseaux ouverts ; c. ciseaux fermés .....	55
Figure 36: les différentes extrémités de la pince.....	56
Figure 37: les différents revêtements des mors de la pince. ....	57
Figure 38: instruments de suture. a. Pousse-nœud ; b. porte-aiguille ; c. ciseaux à fils .....	58
Figure 39: instrumentation bipolaire. a. pince plate bipolaire ; b. forceps bipolaire ; c. branchement électrique sur le poignet. ....	59
Figure 40: le système d'irrigation.....	60
Figure 41: SimMan– Universal Patient Simulator.....	67

Figure 42: The Human Patient Simulator. ....	68
Figure 43: exemple d'un outil à retour d'effort (Haption) utilisé dans un simulateur d'enseignement assisté par ordinateur .....	69
Figure 44: les trois générations de simulateurs médicaux SATAVA .....	70
Figure 45 : simulateurs anatomiques.....	73
Figure 46: simulateur pour l'examen pelvien .....	73
Figure 47: exemple de transfert d' objects inanimés durant the Fundamentals of Laparoscopic Surgery (FLS) course.....	77
Figure 48 image prise à partir d'une vidéo d'instruction en haute définition. Endotrainer montrant comment effectuer les premières sutures pour fermeture de la paroi postérieure lors d'une anastomose gastro-jéjunale laparoscopique. L'aiguille et fil de suture apparaissent en surbrillance en jaune et en bleu, respectivement.....	78
Figure 49 : le laparotrainer .....	79
Figure 50: simulateur pour la cœliochirurgie - (EPFL). ....	83
Figure 51 : Virtual Endoscopic Surgery Training (VEST).....	84
Figure 52: simulateur MISSIMU. ....	86
Figure 53 : simulateur de chirurgie hépatique.....	86
Figure 54 : (a;b): intervention cœlioscopique sur le cochon dans le cadre de la formation pratique du chirurgien.....	89
Figure 55 : exemple de cours de cœliochirurgie à l'Institut de Recherche contre les Cancers de l'Appareil Digestif (sur des cochons). ....	90
Figure 56: le simulateur de réalité virtuelle « LapSim ».....	113
Figure 57 : les 8 tâches réalisées sur LapSim : .....	114

Figure 58: le laparotrainer avec des trocars. Le côté droit du laparotrainer a été laissé ouvert pour permettre aux outils d'entraînement d'être placés à l'intérieur.

..... 115

Figure 59 : les 7 tâches réalisées sur laparotrainer : ..... 116



# SOMMAIRE



<b>INTRODUCTION :</b> .....	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1- PRÉSENTATION DU DIPLÔME UNIVERSITAIRE DE CÉLIOCHIRURGIE À LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE RABAT</b> .....	<b>4</b>
<b>A - Historique</b> .....	<b>5</b>
<b>B - Les objectifs pédagogiques</b> .....	<b>5</b>
<b>C - Le public cible</b> .....	<b>6</b>
<b>D - L'organisation du diplôme universitaire</b> .....	<b>6</b>
D.1 - Le premier séminaire.....	7
D.1.1 - Le programme théorique comporte : .....	7
D.1.2 - L'entraînement pratique.....	8
D.2 - Le deuxième séminaire .....	15
D.2.1 - Le programme théorique comporte : .....	15
D.2.2 - L'entraînement pratique.....	16
D.3 - Le troisième séminaire : .....	31
D.3.1 - Le programme théorique comporte : .....	31
D.3.2 -L'entraînement pratique.....	32
<b>CHAPITRE 2 : L'ENVIRONNEMENT NÉCESSAIRE POUR LA RÉALISATION DE LA CÉLIOCHIRURGIE</b> .....	<b>45</b>
<b>A - L'équipe cœliochirurgicale</b> .....	<b>46</b>
A.1- L'anesthésiste .....	46
A.2- L'infirmier du bloc opératoire.....	46
<b>B - L'environnement</b> .....	<b>47</b>
B.1- La salle d'opération .....	47

B.2-	La table d’opération.....	47
B.3-	La colonne d’endoscopie.....	48
B.3.1-	Le système de vision.....	50
B.3.1.1-	La source lumineuse.....	50
B.3.1.2-	La caméra vidéo.....	50
B.3.1.3-	Les optiques et les câbles.....	51
B.3.2-	Le système d’insufflation.....	51
<b>C -</b>	<b>L’instrumentation.....</b>	<b>52</b>
C.1-	Les trocars.....	52
C.2-	Les instruments opératoires.....	54
C.3-	Le système d’électrochirurgie.....	58
<b>D -</b>	<b>Le système d’irrigation–aspiration.....</b>	<b>59</b>
<b>E -</b>	<b>Les avantages.....</b>	<b>60</b>
<b>F -</b>	<b>Les inconvénients.....</b>	<b>61</b>
	<b><i>CHAPITRE 3: LA SIMULATION ET LA FORMATION MÉDICALE.....</i></b>	<b>62</b>
<b>A -</b>	<b>Définition.....</b>	<b>63</b>
<b>B -</b>	<b>Les apports des nouvelles technologies.....</b>	<b>66</b>
<b>C -</b>	<b>La classification des simulateurs médicaux.....</b>	<b>66</b>
C.1-	La classification par catégories.....	67
C.1.1-	Le simulateur d’environnement ou d’immersion complet (SEC) :	67
C.1.2 -	Le simulateur d’entraînement partiel de tâches (SEPT) ou simulateur d’immersion partielle (SIP).....	68
C.1.3 -	Le simulateur d’enseignement assisté par ordinateur (SEAO).....	68
C.2 -	La classification par générations.....	69
C.2.1 -	Les simulateurs de première génération.....	71
C.2.2 -	Les simulateurs de deuxième génération.....	71

C.2.3 - Les simulateurs de troisième génération : .....	71
C.3 - La nouvelle classification des simulateurs médicaux .....	72
C.3.1 - Les simulateurs anatomiques (SA) .....	73
C.3.2 - Les simulateurs virtuels (SV) : .....	74
C.3.3 - Les simulateurs virtuels avec retour d'effort (SVRE) .....	74
C.3.4 - Les simulateurs anatomiques instrumentés et/ou virtuels (SAIV) .....	74
<b>D - Les outils de simulation en cœliochirurgie :.....</b>	<b>75</b>
D.1-Modèles inanimés.....	75
D.1.1-Laparotrainers, pelvitrainers .....	75
D.1.2 - les modèles cadavériques.....	79
D.1.3 - Les simulateurs de réalité virtuelle.....	81
D.2-Les modèles vivants .....	87
<b><i>CHAPITRE 4- LA FORMATION EN CŒLIOCHIRURGIE .....</i></b>	<b><i>91</i></b>
<b>1 - Les enjeux de la simulation en cœliochirurgie : .....</b>	<b>92</b>
<b>2- Les critères de centres de formation de cœliochirurgie .....</b>	<b>94</b>
<b>3- Les axes de la formation en cœliochirurgie.....</b>	<b>94</b>
A-L'axe théorique .....	94
A.1- L'installation du patient.....	94
A.2- La réalisation du pneumopéritoine .....	95
A.3- La maîtrise de l'instrumentation.....	96
A.4- Les principes d'ergonomie .....	96
A.5 - Les contre-indications à la cœliochirurgie .....	97
A.6 - Les différentes complications cœliochirurgicales leur prévention et leur gestion.....	98
A.7 - Les aspects médico-légaux de la cœliochirurgie .....	102
B-L'axe pratique.....	106

<b>4-Le déroulement d'une séance de simulation .....</b>	<b>108</b>
<b>5 - Les apports de la simulation en cœliochirurgie .....</b>	<b>109</b>
<b><i>CONCLUSION</i>.....</b>	<b>120</b>
<b><i>RESUMES</i>.....</b>	<b>122</b>
<b><i>RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE</i> .....</b>	<b>126</b>



# INTRODUCTION



La coeliochirurgie a été utilisée la première fois par RAOUL PALMER en 1940. Née et développée dans un premier temps en gynécologie, elle a par la suite bouleversé tous les champs chirurgicaux, en introduisant le concept de la chirurgie minimale invasive [1].

Ses avantages sont nombreux par rapport à la laparotomie, dont le plus important est le bénéfice économique, grâce à la diminution du séjour hospitalier et donc la réduction du coût d'hospitalisation et la reprise rapide du travail [2].

Afin d'entreprendre la coeliochirurgie dans les meilleures conditions, il importe de bien connaître ses spécificités, son environnement, son matériel et d'améliorer les conditions d'apprentissage de cette technique par une courbe d'apprentissage ; surtout dans un contexte actuel de renouvellement pédagogique et d'exigences éthiques («jamais la première fois sur le patient») qui ne permettent plus de considérer le compagnonnage traditionnel au bloc opératoire : «je vois», «je fais sous le contrôle d'un sénior», puis «je fais en autonomie totale» comme seule méthode de formation [3].

Ces contraintes ont incité à développer la simulation, technique d'enseignement particulièrement bénéfique pour les sujets inexpérimentés et permettant aux jeunes médecins, surtout avec les avancées de l'informatique, de s'entraîner sur des modèles virtuels, ou alors sur des simulateurs «réels», couplés à une partie virtuelle, reproduisant au mieux les comportements des patients et permettant une meilleure acquisition de la formation et des compétences chirurgicales à l'extérieur du bloc opératoire [4,5].

Plusieurs sociétés savantes ont débuté une politique d'accréditation des centres de simulation. Des agences de santé telles que le *National Health Service* anglais ou la *Haute Autorité de Santé* française sont en train d'intégrer la

simulation dans leurs recommandations pour la formation médicale initiale ou le développement professionnel continu[6].

Le but de ce travail est de présenter le nouveau concept du diplôme universitaire de coeliochirurgie de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat. Cette formation qui existe depuis 20 ans a été structurée de façon à avoir des exercices précis, adaptés aux cours théoriques et allant de gestes simples vers des procédures complexes.



**CHAPITRE 1- PRÉSENTATION DU  
DIPLOME UNIVERSITAIRE DE  
COELIOCHIRURGIE À LA FACULTÉ DE  
MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE  
RABAT**



La cœliochirurgie s'impose dans l'activité chirurgicale quotidienne, d'où la nécessité de l'intégrer dans la formation des résidents des spécialités chirurgicales. Par ailleurs, les chirurgiens pratiquant dans d'autres centres ont exprimé le besoin d'une formation en cœliochirurgie.

C'est dans ce cadre que le diplôme universitaire de cœliochirurgie a vu le jour.

## **A - HISTORIQUE**

La formation en cœliochirurgie a été initiée par le Professeur Said BALAFREJ en 1998 sous l'appellation de séminaire de cœliochirurgie, devant la nécessité d'instaurer une formation au profit des résidents. Le séminaire comportait des entraînements sur laparotrainer et une séance sur le cochon.

Cette formation est devenue diplômante sous l'égide du Professeur Saad EL BAROUDI. Le séminaire de cœliochirurgie est devenu diplôme de cœliochirurgie de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat.

En 2013, le Professeur Abdelmalek HROURA a pris la direction du diplôme et une nouvelle vision d'apprentissage s'est imposée en raison du développement de l'expérience du corps enseignant et du progrès technologique.

## **B - LES OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES**

Le diplôme universitaire (D.U.) de cœliochirurgie est un enseignement à la fois théorique et pratique. Parmi ses objectifs :

- une approche théorique des interventions courantes en cœliochirurgie et par lesquelles le chirurgien doit débiter.

- un entraînement sur laparotrainer qui permet de décomposer les gestes complexes en plusieurs gestes simples.
- un entraînement sur l'animal donnant aux candidats une idée proche de la réalité.
- les séances vidéo : montrent des situations réelles vécues par les chirurgiens.

### **C - LE PUBLIC CIBLE**

Le diplôme de cœliochirurgie est destiné aux résidents et spécialistes de chirurgie viscérale, chirurgie urologique, gynécologique et chirurgie pédiatrique.

### **D - L'ORGANISATION DU DIPLÔME UNIVERSITAIRE**

Le diplôme universitaire de cœliochirurgie est organisé en 3 séminaires par an, chaque séminaire comprend :

- une journée réservée aux cours théoriques.
- deux jours réservés à l'entraînement sur laparotrainer.
- un jour réservé à l'entraînement sur l'animal.
- un jour réservé à la projection vidéo.

Le programme théorique de chaque séminaire est couplé à une série d'exercices adaptés au cours et réalisés sur laparotrainer et l'animal. Ces exercices sont de difficulté croissante.

Les différentes manipulations sont présentées et expliquées dans un classeur mis à la disposition des candidats, elles doivent être réalisées dans l'ordre indiqué, il en est de même pour la séance vidéo; où les interventions traitées lors du cours théorique sont projetées et discutées avec les chirurgiens ;

ces derniers livrent aux candidats les difficultés et les astuces de chaque technique.

## **D.1 - Le premier séminaire**

Le premier séminaire est la première étape qui familiarise l'apprenant avec le milieu et les moyens permettant de pratiquer la cœliochirurgie.

### ***D.1.1 - Le programme théorique comporte :***

- la simulation dans la formation chirurgicale.
- la chaîne de vision.
- la présentation d'une colonne de cœlioscopie.
- l'électrochirurgie.
- la présentation instrumentation cœlioscopie.
- la stérilisation et l'entretien du matériel.
- le bloc opératoire et l'infrastructure.
- l'anesthésie et la chirurgie laparoscopique.
- l'insufflation et l'introduction du premier trocart.
- le principe de positionnement des trocarts.
- l'anatomie laparoscopique.
- la cholécystectomie cœlioscopique.
- l'appendicectomie cœlioscopique.
- l'exploration cœlioscopique du pelvis : les kystes de l'ovaire.

### ***D.1.2 - L'entraînement pratique***

L'entraînement pratique permet aux candidats de s'entraîner à faire des gestes élémentaires de cœliochirurgie de difficulté croissante ; afin d'améliorer la coordination oculomotrice ; la précision ; la rapidité des gestes et la maîtrise du matériel.

#### **❖ Les manipulations sur laparotrainer consistent à :**

- intuber : introduire des mandrins de différents calibres dans un tube ;
- réaliser un surjet sur une ligne horizontale ;
- faire des sutures avec des nœuds plats coulissants ;
- faire des points séparés et des surjets dans différents axes ;
- la section partielle d'un tube puis suture par des nœuds plats coulissants ;
- la section horizontale d'un tube puis la suture par un surjet ;
- la section partielle d'un tube et l'introduction d'une canule qui sera fixée par un clip ;
- l'introduction d'un drain en T dans un tube puis fermeture du tube ;
- l'introduction d'un sac et mettre dedans un matériel simulant la vésicule ;
- la dissection d'une cuisse de poulet, introduire un drain et suturer.

## ❖ Exercices sur laparotrainer du premier séminaire

### 🚦 Exercice 1 :

- Placer les perles une par une dans le couvercle en utilisant la main dominante.
- Faire le même exercice en utilisant la main non dominante et en remplaçant les perles du couvercle dans la boîte.
- Passer les perles de la main dominante à la main non dominante puis les placer dans la boîte.

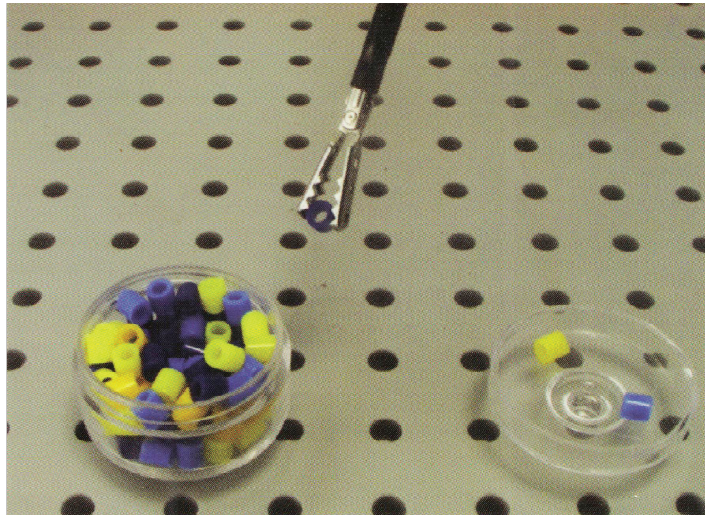


Figure 1 : exercice 1 du premier séminaire.

## ✚ Exercice 2 :

- Placer les perles une par une dans les piquets en utilisant la main dominante.
- Faire le même exercice en utilisant la main non dominante.

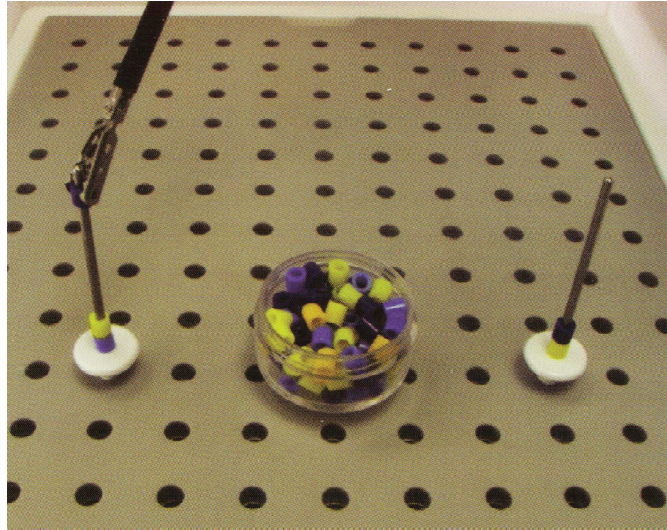
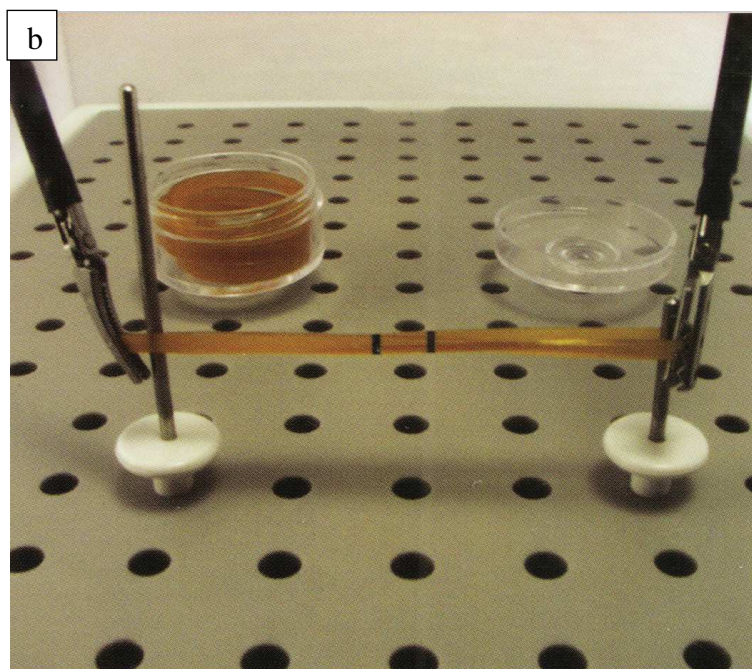
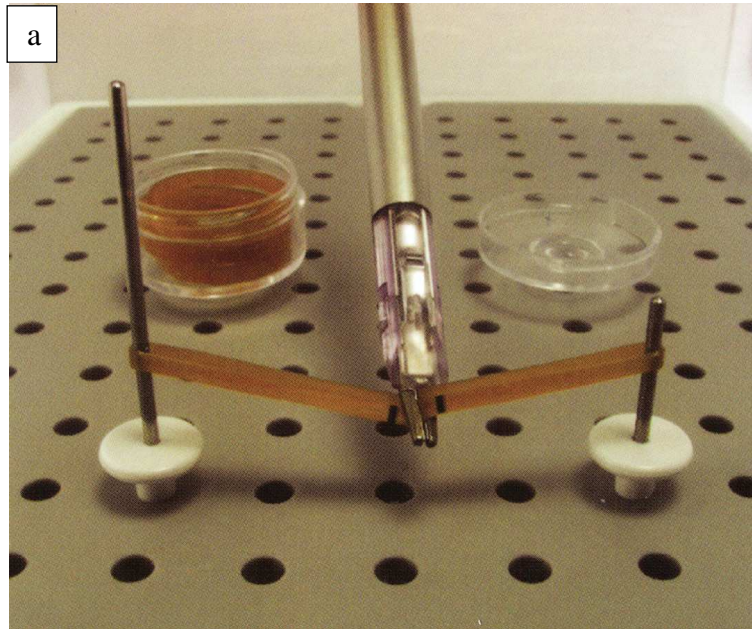


Figure 2 : exercice 2 du premier séminaire

**Exercice 3 :**

- Placer l'élastique entre les deux piquets en tenant l'extrémité gauche et en tirant l'extrémité droite avec la main opposée.
- Placer les clips sur l'élastique tendu.



**Figure 3 (a ; b) : exercice 3 du premier séminaire.**

**Exercice 4 :**

En utilisant le ciseau et une pince, découper la figure dessinée.

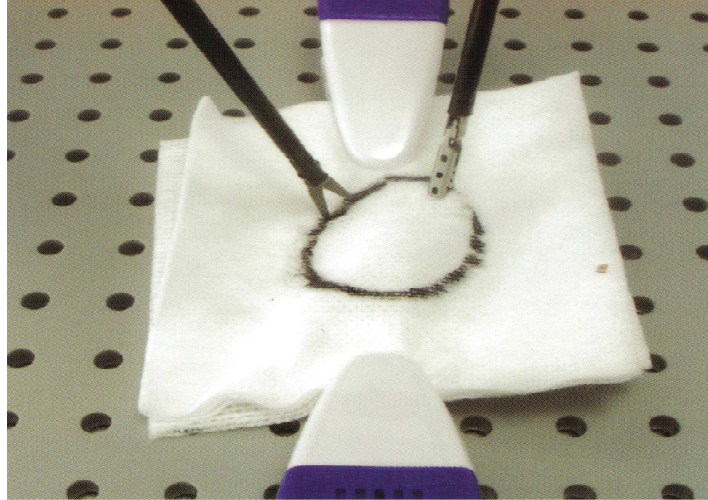


Figure 4: exercice 4 du premier séminaire.

**Exercice 5 :**

- Réaliser des points séparés au niveau indiqué.

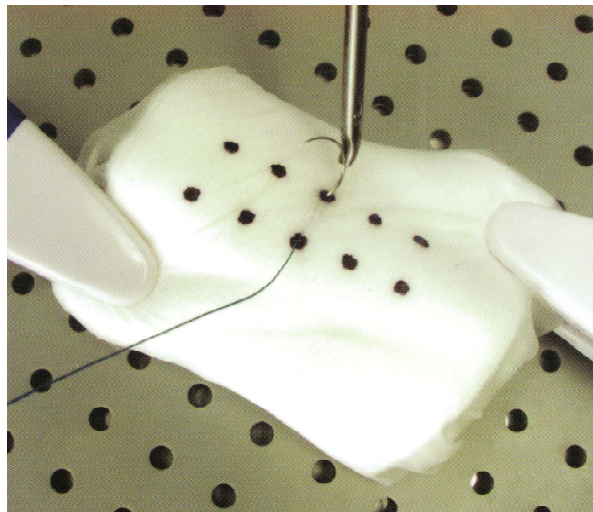
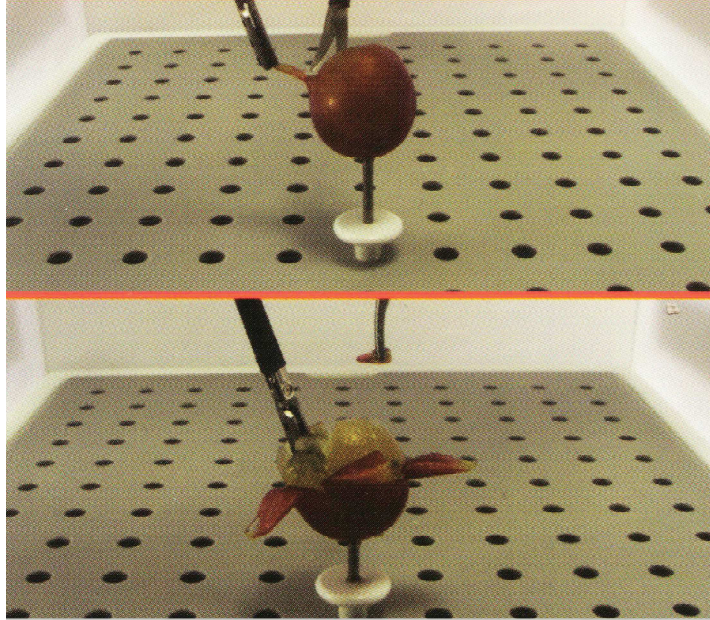


Figure 5: exercice 5 du premier séminaire.

**Exercice 6 :**

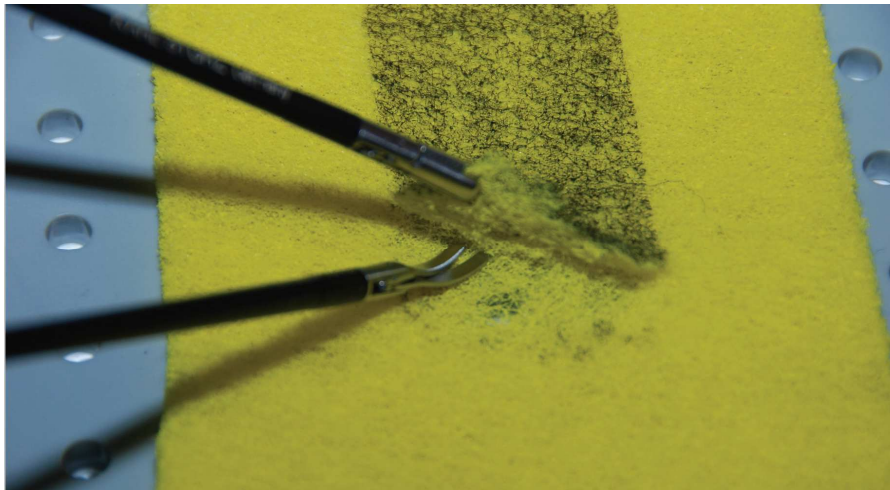
- Couper la peau du fruit puis la disséquer au ciseau en détachant une grande surface.



**Figure 6: exercice 6 du premier séminaire.**

**Exercice 7 :**

- Disséquer la partie colorée et la détacher du support.



**Figure 7: exercice 7 du premier séminaire.**

## ✚ Exercice 8 :

- Découper la partie supérieure des alvéoles (partie colorée en noir).

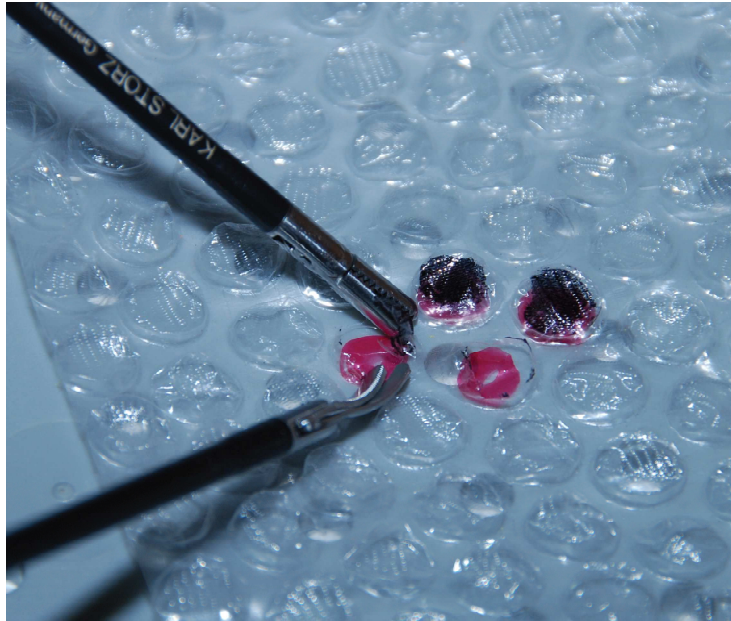


Figure 8: exercice 8 du premier séminaire.

- La manipulation sur l'animal intéressé:
  - la vésicule biliaire par :
    - la dissection de l'artère et du canal cystique ;
    - la ligature de ces éléments par des clips et des points ;
    - la section de l'artère et du canal cystique ;
    - la cholécystectomie ne sera réalisée qu'en dernier, après avoir fait les manipulations précédentes.
  - la région hiatale par :
    - la dissection de l'œsophage ;
    - l'introduction d'un lac ;

- la mise de l'œsophage sur le lac,
- la libération de la grosse tubérosité ;
- la réalisation d'une valve 360° ;
- la fixation de la valve.
- les sutures digestives par :
  - la réalisation d'une section au niveau d'une anse grêle et la suturer par des points séparés ;
  - la réalisation d'une section au niveau de l'estomac sans ouvrir la muqueuse et la suturer par un surjet ;
  - la réalisation d'une anastomose grêlo-grêlique latéro-latérale.
- la rate par :
  - dissection des vaisseaux spléniques ;
  - ligature des vaisseaux de la rate par des clips puis section.
- la dissection du pédicule rénal.

## **D.2 - Le deuxième séminaire**

Le deuxième séminaire comporte des interventions plus complexes que le séminaire 1 et le programme d'entraînement sur laparotrainer comporte des gestes élémentaires nécessaires dans ces interventions.

### ***D.2.1 - Le programme théorique comporte :***

- la lithiase de la voie biliaire principale par cœlioscopie.
- le traitement laparoscopique de l'ulcère perforé.
- la cœlioscopie et la chirurgie pariétale :

- les voies d'abord (TEP :totally extraperitoneal; TAP: transabdominal pre-peritoneal)
- les principes et le traitement laparoscopique des hernies ombilicales et des éventrations.
- la cure du reflux gastro-œsophagien par cœlioscopie.
- la splénectomie laparoscopique.
- l'urologie:
  - les voies trans-péritonéales.
  - les néphrectomies trans-péritonéales.
- l'hystérectomie laparoscopique.
- l'annexectomie laparoscopique.
- la chirurgie pédiatrique laparoscopique :
  - la thoracoscopie chez l'enfant.
  - la laparoscopie chez l'enfant.

### ***D.2.2 - L'entraînement pratique***

#### **❖ Les manipulations sur laparotrainer comprennent plusieurs volets :**

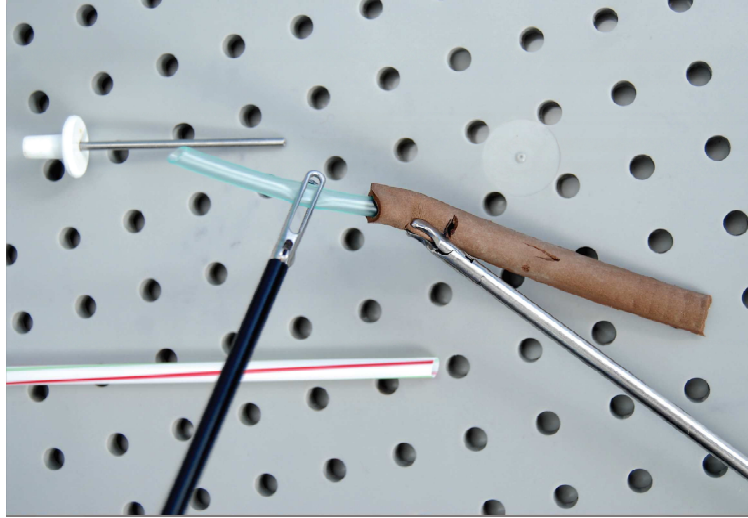
- intuber : introduire des mandrins de différents calibres dans un tube ;
- réaliser un surjet sur une ligne horizontale ;
- faire des sutures avec des nœuds plats coulissants ;
- faire des points séparés et des surjets dans différents axes ;
- la section partielle d'un tube puis la suture par des nœuds plats coulissants ;

- la section horizontale d'un tube puis suture par un surjet ;
- la section partielle d'un tube et l'introduction d'une canule qui sera fixée par un clip ;
- l'introduction d'un drain en T dans un tube puis la fermeture du tube ;
- l'introduction d'un sac et mettre dedans un matériel simulant la vésicule ;
- la dissection d'une cuisse de poulet, introduire un drain et suturer.

❖ **Exercices sur laparotrainer du deuxième séminaire**

**Exercice 1 :**

Intuber : introduire des mandrins de différents calibres dans un tube.



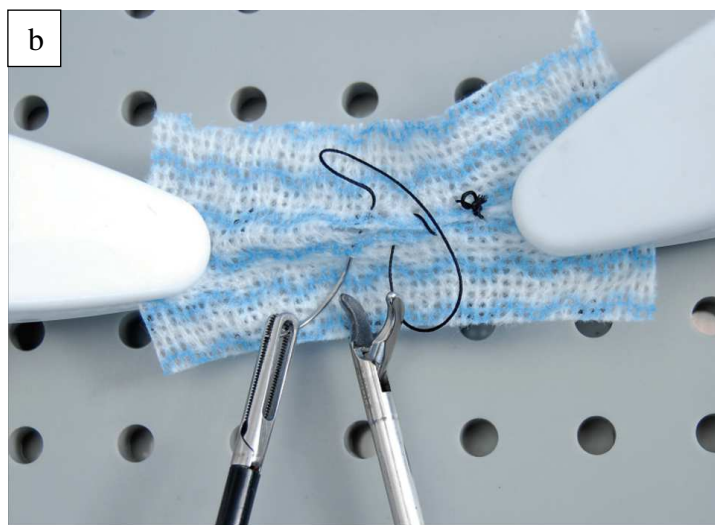
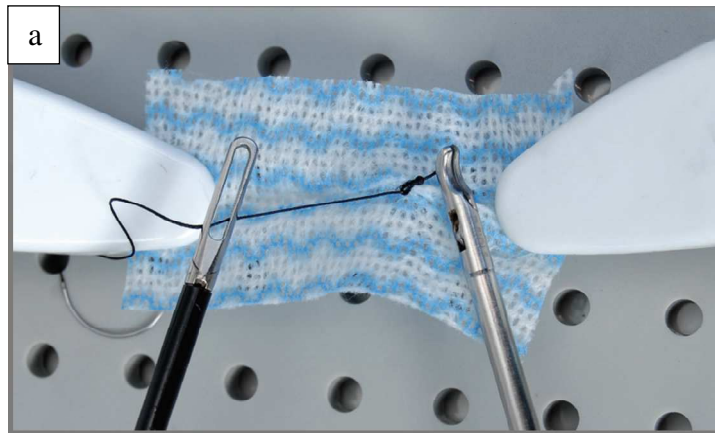
**Figure 9: exercice 1 du deuxième séminaire.**

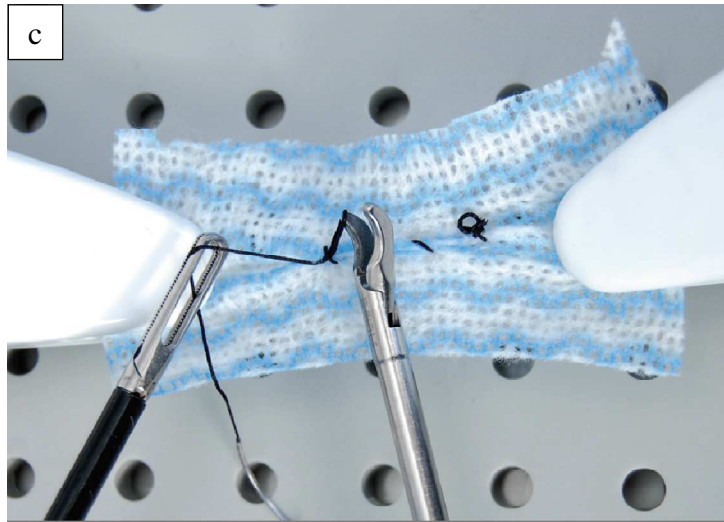
## ✚ Exercice 2 :

-Réaliser un surjet sur une ligne horizontale :

- ❖ faire un nœud d'ancrage ;
- ❖ réaliser le surjet ;
- ❖ bloquer le surjet par le nœud d'Aberdeen.

-Réaliser un surjet sur une ligne verticale.





**Figure 10 (a ; b ; c) : exercice 2 du deuxième séminaire.**

### ✚ Exercice 3 :

-Faire des sutures avec des nœuds plats coulissants.

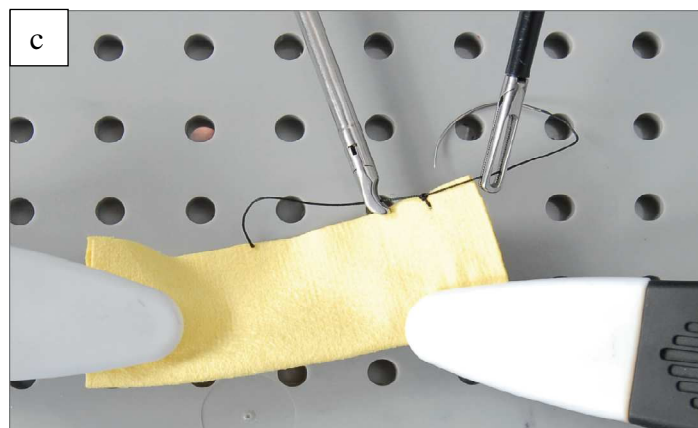
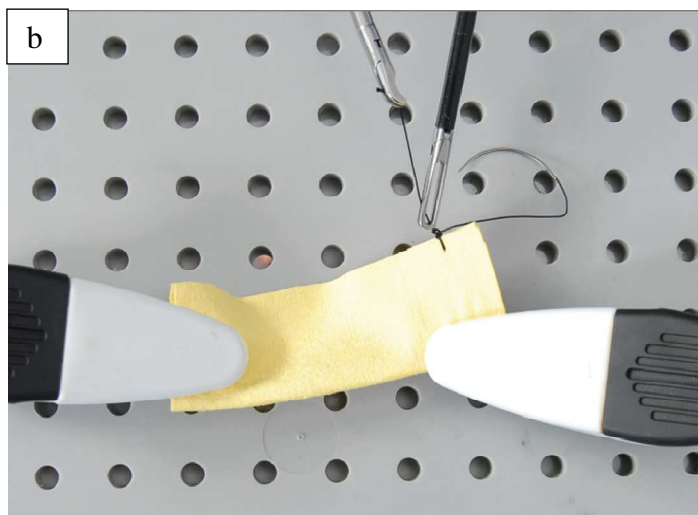


Figure 11(a ; b ; c) : exercice 3 du deuxième séminaire.



### ✚ Exercice 5 :

-Section partielle d'un tube.

-Suturer par des nœuds plats coulissants.

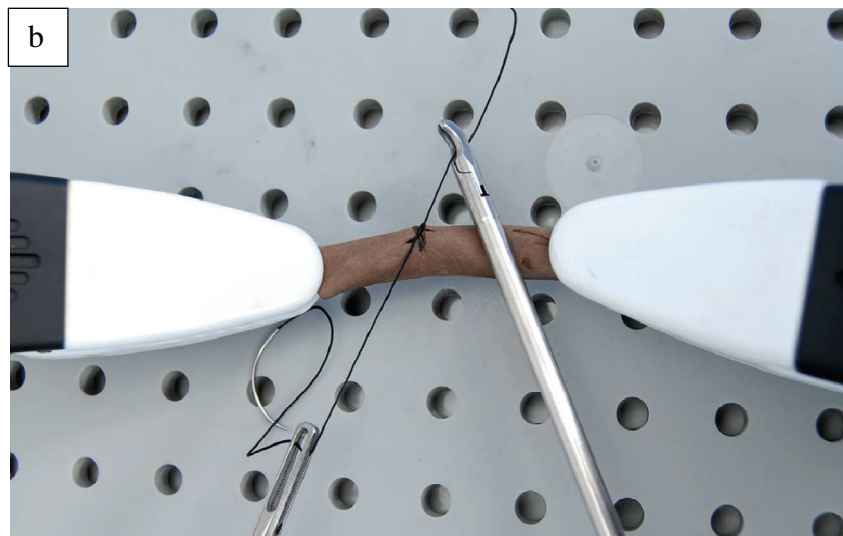
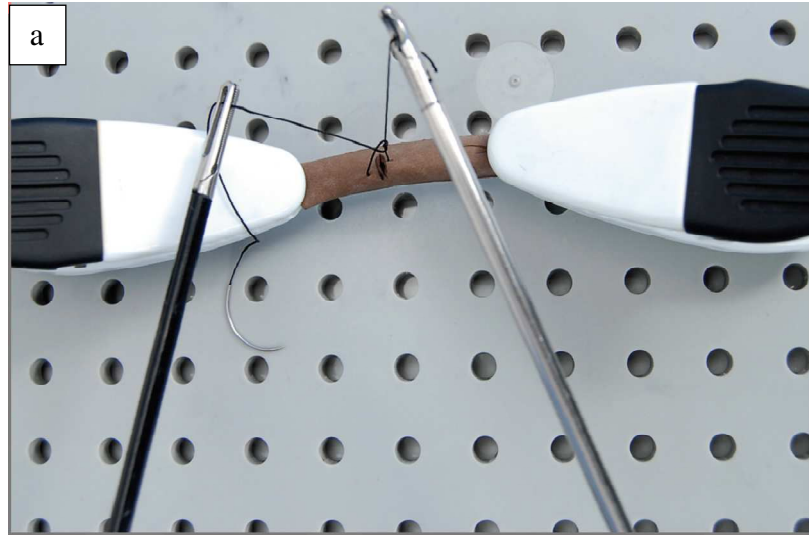
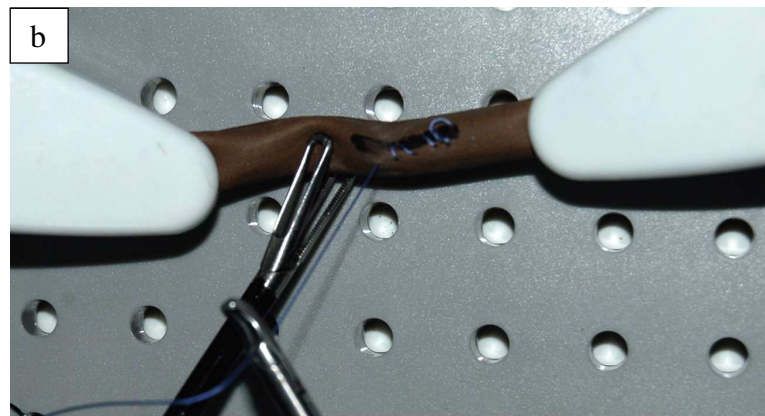
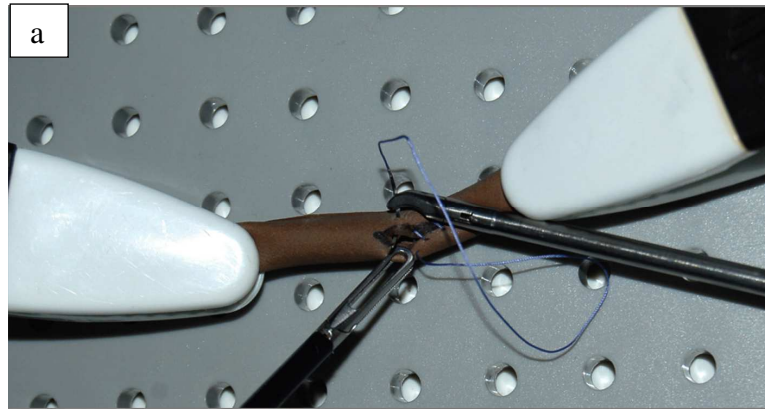


Figure 13 (a ; b) : exercice 5 du deuxième séminaire.

**✚ Exercice 6 :**

-Section horizontale d'un tube.

-Suturer la zone sectionnée par un surjet.

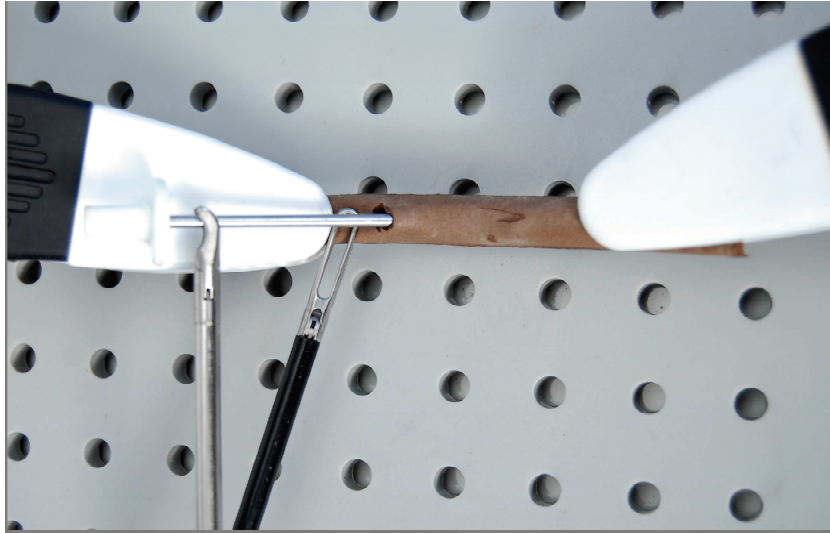


**Figure 14 (a ;b) : exercice 6 du deuxième séminaire.**

**✚ Exercice 7 :**

-Section partielle d'un tube, introduction d'une canule.

-Fixation par un clip.



**Figure 15: exercice 7 du deuxième séminaire.**

**Exercice 8 :**

-Introduction d'un drain en T dans un tube puis fermeture du tube.

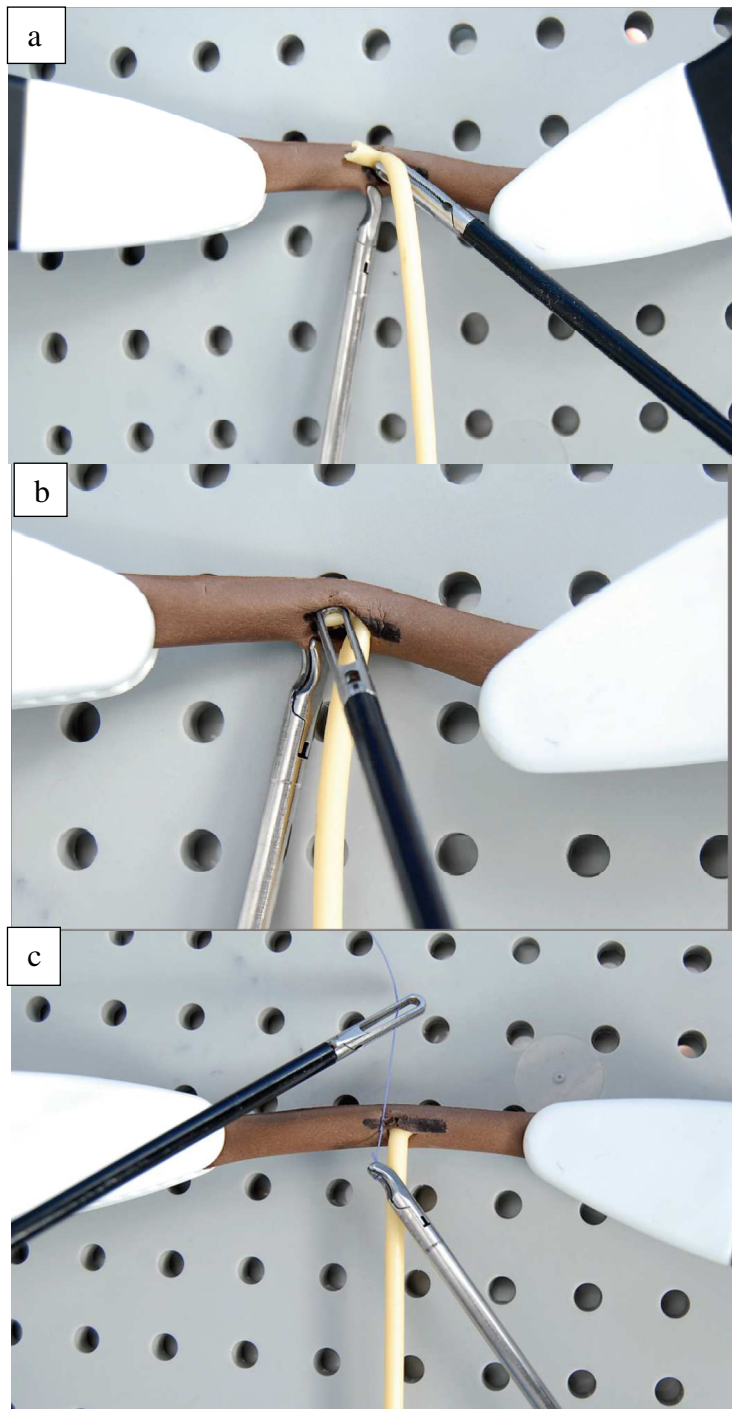
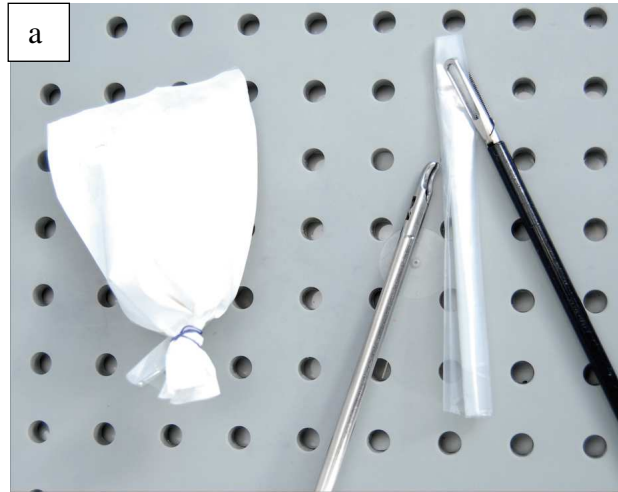


Figure 16 (a ;b ;c) : exercice 8 du deuxième séminaire.

### Exercice 9 :

- Introduction d'un sac.
- Déplier et ouvrir le sac.
- Mettre dedans un matériel simulant la vésicule.



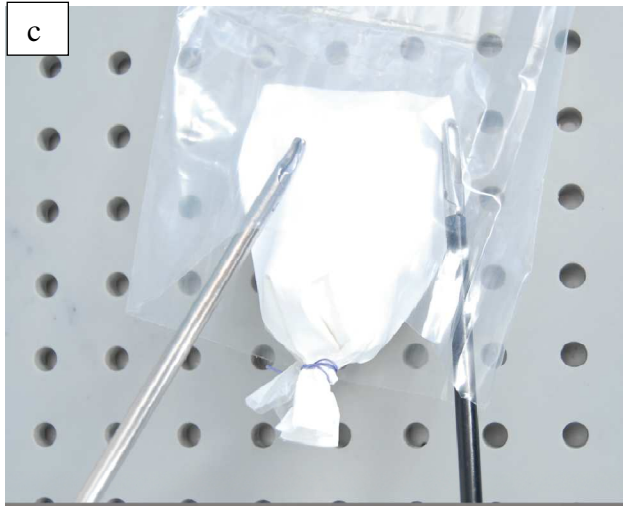


Figure 17 (a ; b ;c): exercice 9 du deuxième séminaire.

## Exercice 10 :

- La dissection d'une cuisse de poulet consiste à :
  - inciser la peau ;
  - inciser le muscle et le disséquer par rapport à l'os ;
  - introduire un drain.
- Suturer le muscle par des points séparés.
- Suturer la peau par un surjet.

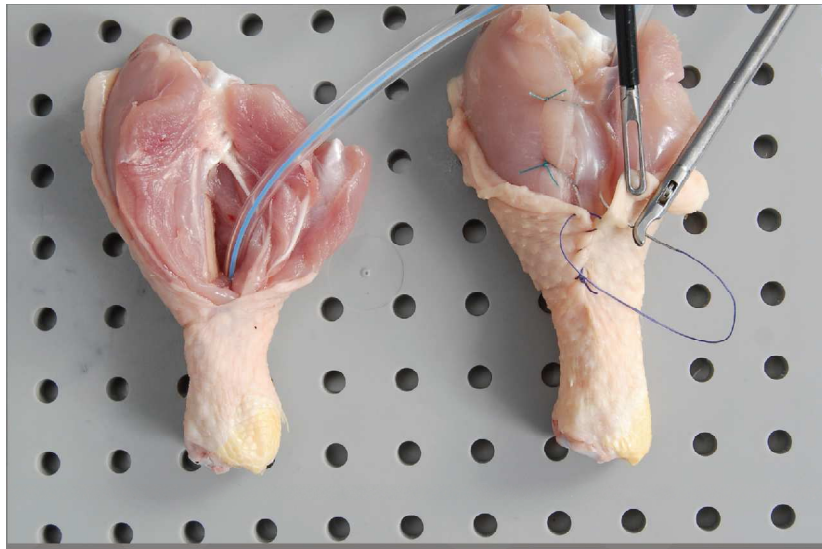


Figure 18: exercice 10 du deuxième séminaire.

- **La manipulation sur l'animal intéressé :**
  - la vésicule biliaire par :
    - la dissection de l'artère et du canal cystique ;
    - la ligature de ces éléments par des clips et des points ;
    - la section de l'artère et du canal cystique ;

- la cholécystectomie ne sera réalisée qu'en dernier, après avoir fait les manipulations précédentes.
- la région hiatale par :
  - la dissection de l'œsophage ;
  - l'introduction d'un lac ;
  - la mise de l'œsophage sur le lac ;
  - la libération de la grosse tubérosité ;
  - la réalisation d'une valve 360° ;
  - la fixation de la valve.
- les sutures digestives par :
  - la réalisation d'une section au niveau d'une anse grêle et la suturer par des points séparés ;
  - la réalisation d'une section au niveau de l'estomac sans ouvrir la muqueuse et la suturer par un surjet ;
  - la réalisation d'une anastomose grêlo-grêlique latéro-latérale.
- la rate par :
  - la dissection des vaisseaux spléniques ;
  - la ligature des vaisseaux de la rate par des clips puis section.
- la dissection du pédicule rénal.
- l'annexectomie.
- la mise en place de la plaque se fait par :
  - l'introduction de la plaque ;
  - l'étalement de la plaque ;

- la fixation par le fil.

### **D.3 - Le troisième séminaire :**

Le troisième séminaire est une initiation à la cœliochirurgie avancée. L'entraînement sur laparotrainer comporte des gestes complexes sur un plan incliné et des sutures dans différents plans, tandis que l'entraînement sur l'animal comporte des interventions présentées pendant les cours théoriques.

#### ***D.3.1 - Le programme théorique comporte :***

- la chirurgie laparoscopique du rein et des surrénales :
  - la surrénalectomie droite.
  - la surrénalectomie gauche
- la chirurgie colique laparoscopique :
  - les colectomies laparoscopiques.
  - l'amputation abdomino-périnéale cœlio-assistée.
- la chirurgie bariatrique laparoscopique :
  - les principes de la chirurgie bariatrique.
- la chirurgie gynécologique :
  - la transposition de l'ovaire et le curage ganglionnaire pelvien.
- les troubles de la statique pelvienne :
  - le prolapsus rectal.
  - la cystocèle.
  - le prolapsus en gynécologie.

### ***D.3.2 -L'entraînement pratique***

#### **❖ Les manipulations sur laparotrainer comportent :**

- les sutures dans différents plans :
  - les points séparés ;
  - le surjet ;
  - les nœuds coulissants.
- la section d'un tube et l'anastomose termino-terminale.
- l'anastomose latéro-latérale de deux tubes.
- la suture d'une plaque entre deux structures.

## ❖ Les exercices sur laparotrainer du troisième séminaire

### ✚ Exercice 1 :

- La fermeture terminale consiste à:
  - sectionner le tube transversalement ;
  - suturer un bout du tube par des points séparés ;
  - suturer l'autre bout par un surjet.

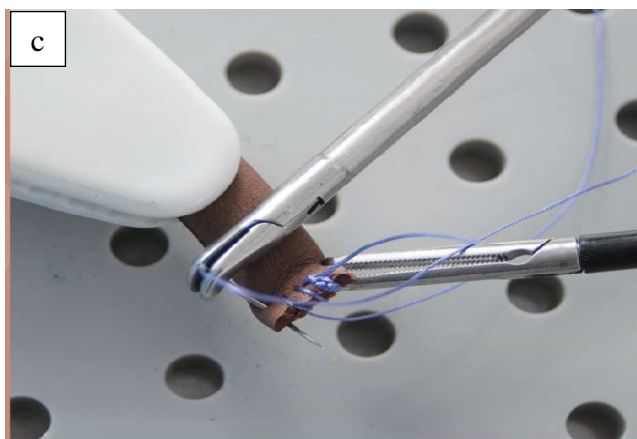
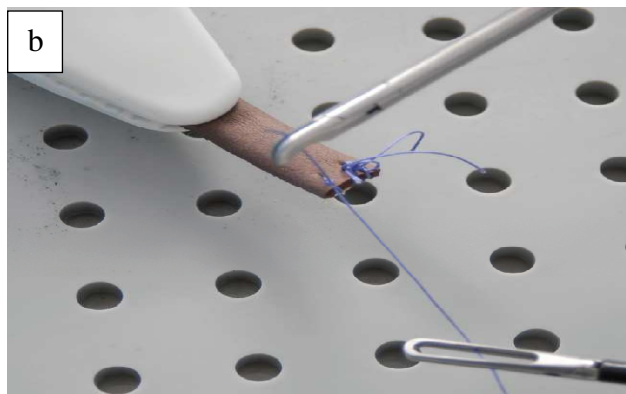
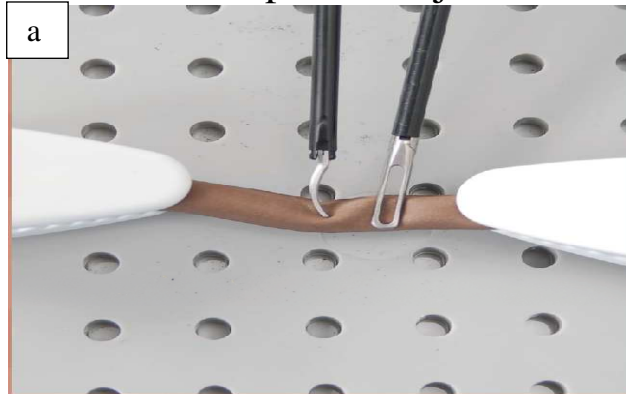


Figure 19 (a ;b ;c): exercice 1 du troisième séminaire.

## ✚ Exercice 2 :

- Les sutures termino-terminales consistent à :
  - sectionner le tube transversalement ;
  - suturer le plan postérieur par des points séparés ;
  - suturer le plan antérieur par un surjet.

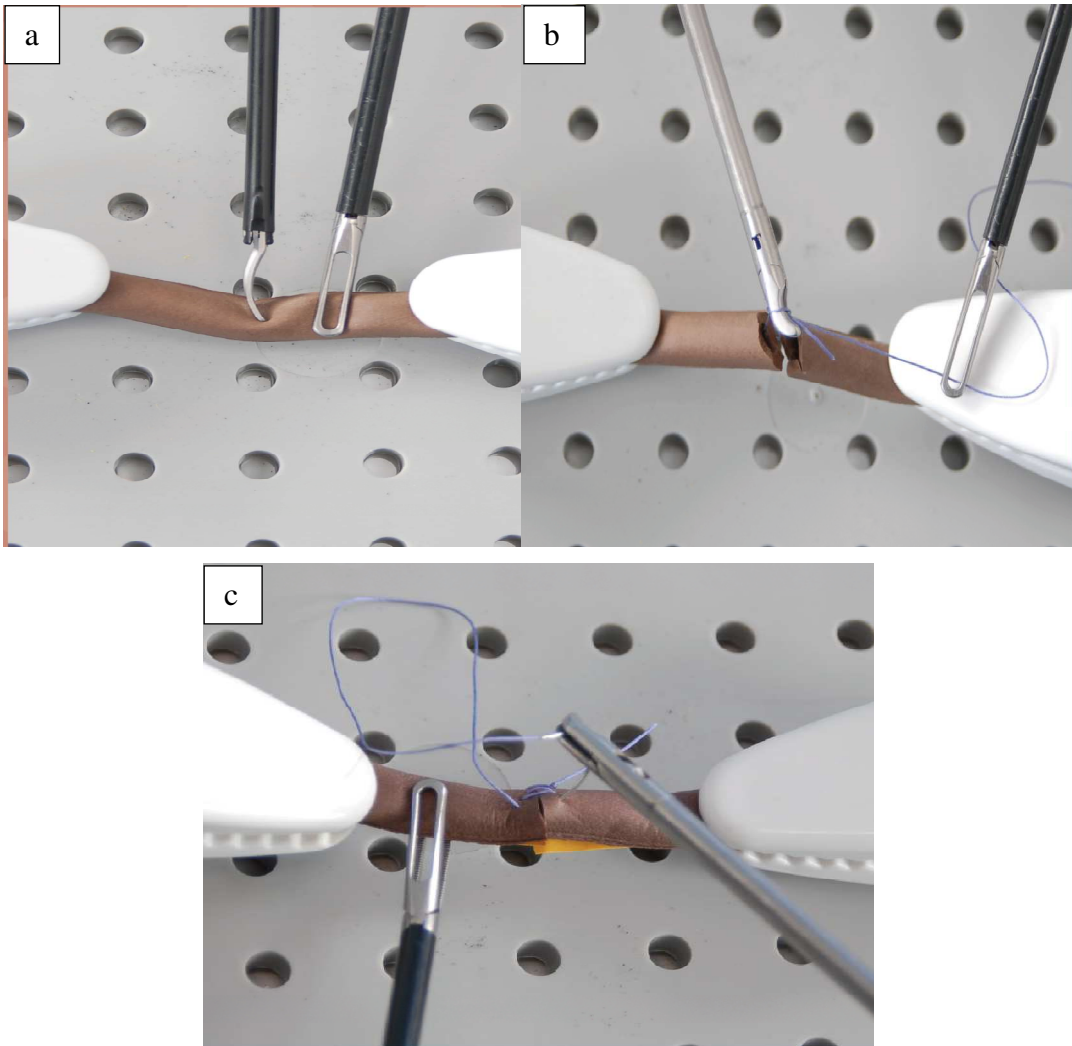


Figure 20 (a ;b ;c) : exercice 2 du troisième séminaire.

### ✚ Exercice 3 :

- Les sutures latéro-latérales consistent à :
  - sectionner longitudinalement deux tubes ;
  - suturer le plan postérieur par un surjet ;
  - suturer le plan antérieur par un surjet.

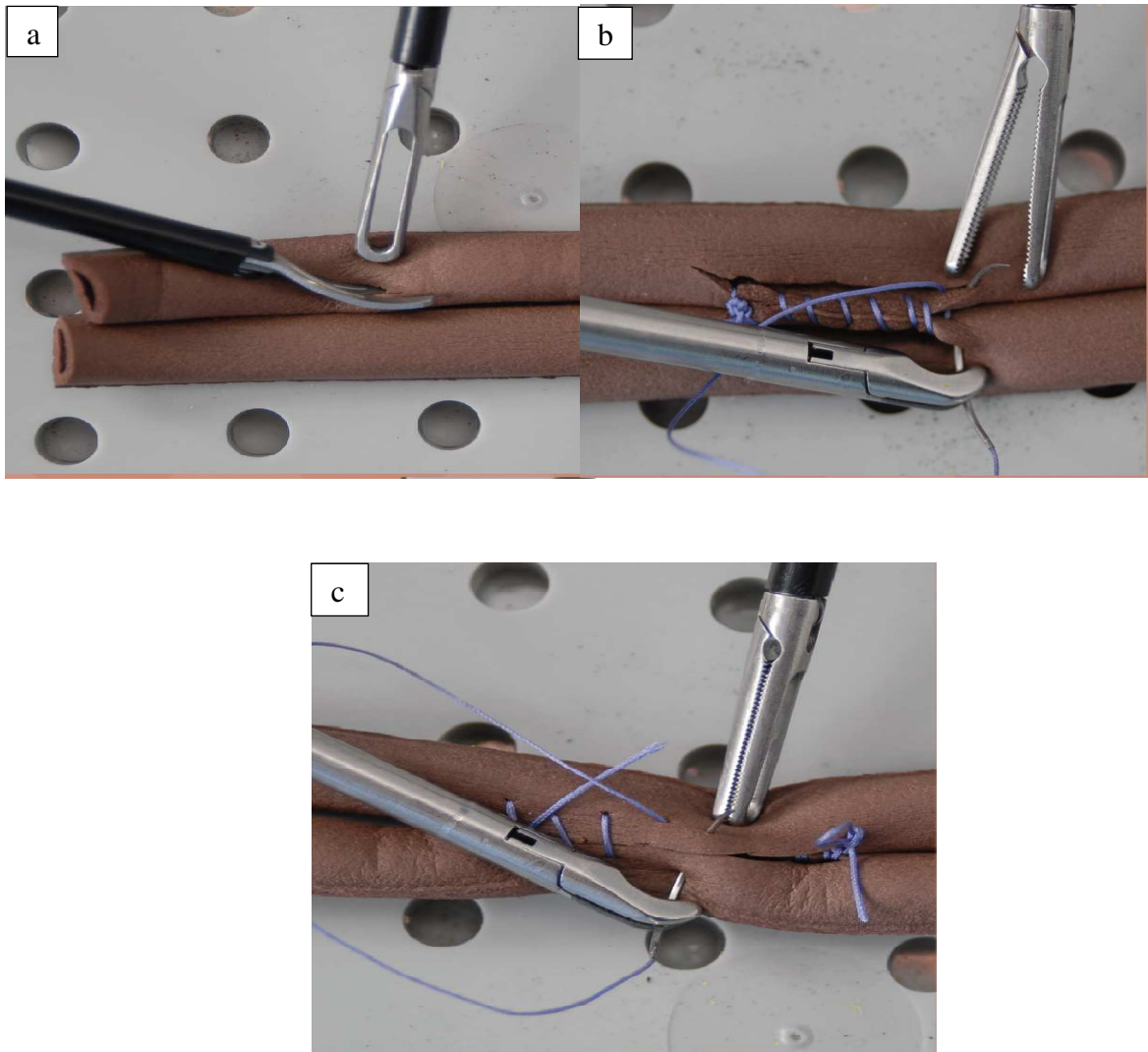


Figure 21(a ; b ;c) : exercice 3 du troisième séminaire.

#### Exercice 4 :

- Le découpage sur un plan incliné consiste à :
  - découper une forme géométrique ;
  - amorcer le découpage par une moucheture au ciseau en le maintenant perpendiculairement au plan et en exposant par une pince à préhension ;
  - réaliser le découpage en ayant un contour régulier.

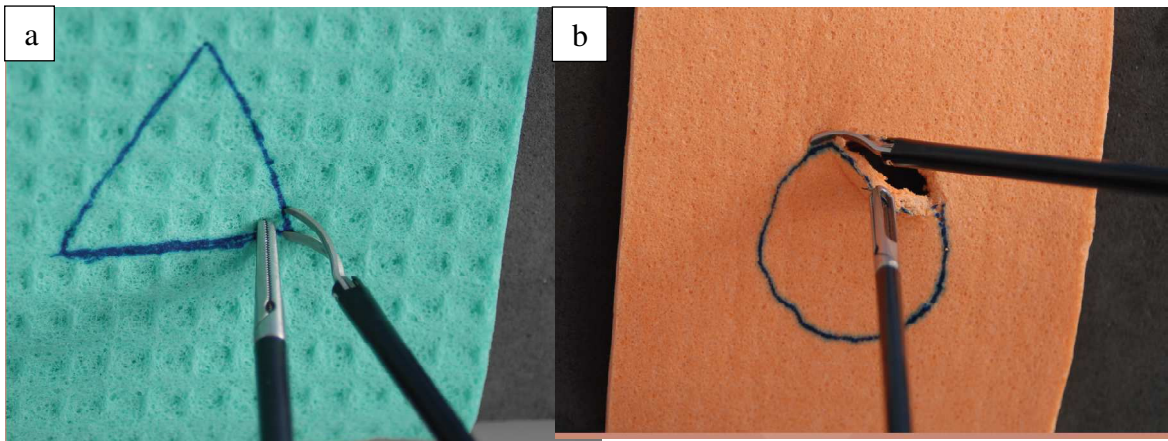


Figure 22 (a ;b) : exercice 4 du troisième séminaire.

### Exercice 5 :

- La dissection sur un plan incliné consiste à :
  - amorcer le découpage sur le feuillet superficiel du matériel ;
  - poursuivre le découpage en suivant le tracé ;
  - disséquer le feuillet superficiel en le libérant du plan profond.



Figure 23: exercice 5 du troisième séminaire.

## Exercice 6 :

- Les sutures sur un plan incliné consistent à :
  - réaliser des points séparés dans différents axes indiqués ;
  - réaliser des surjets dans différents axes indiqués.



**Figure 24: exercice 6 du troisième séminaire.**

## ✚ Exercice 7 :

- L'exercice combiné s'intéresse à la mise en place d'une plaque ;  
il consiste à :
  - libérer le feuillet superficiel du profond ;
  - introduire la plaque et l'étaler ;
  - mettre la plaque sur le feuillet profond ;
  - couvrir la plaque par le feuillet superficiel ;
  - suturer les bords des deux feuillets par un surjet sur une hémicirconférence et par des points séparés sur l'autre hémicirconférence.

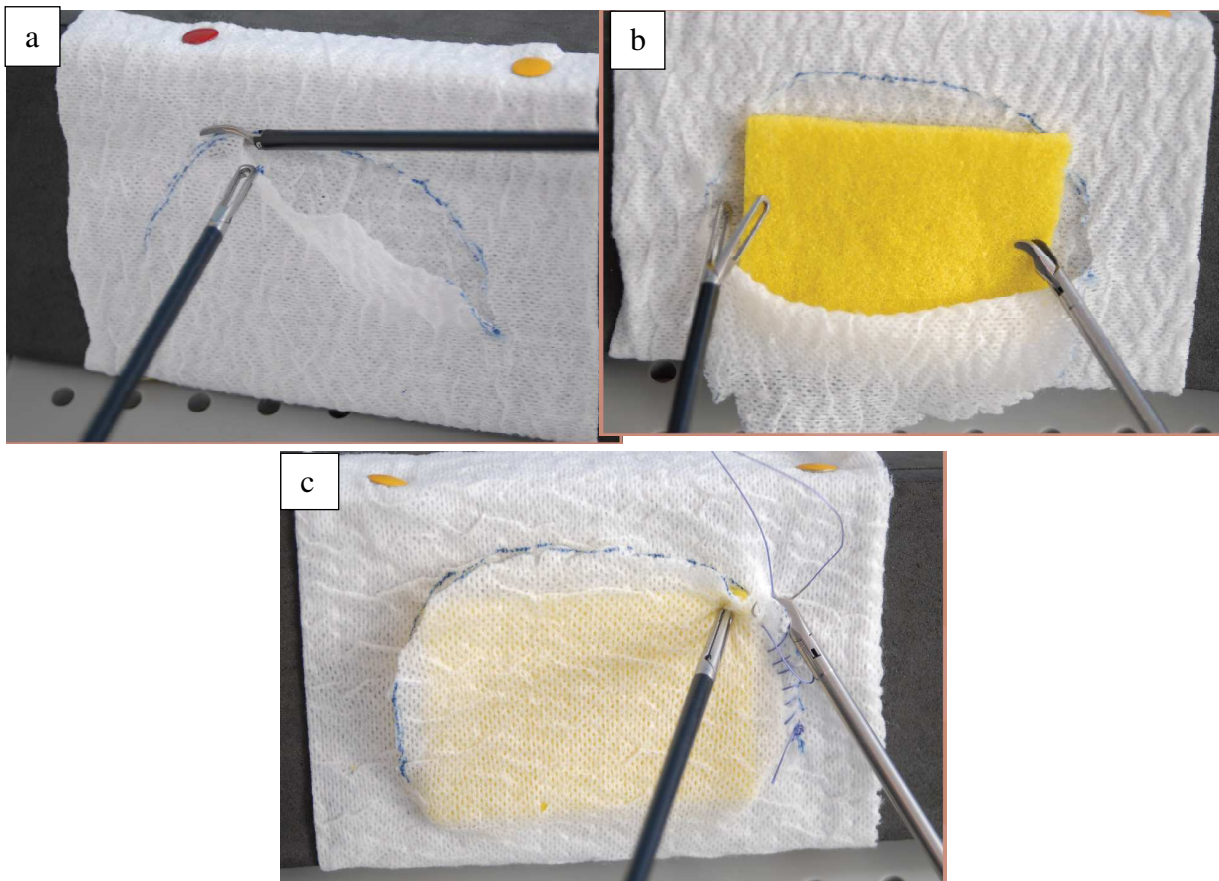


Figure 25(a ; b ;c): exercice 7 du troisième séminaire.

## Exercice 8 :

- L'exercice combiné s'intéresse à la fixation d'une bandelette entre deux structures ; il explique :
  - la fixation d'une bandelette d'avant en arrière entre deux structures ;
  - le même exercice se fait en utilisant une cuisse de poulet.

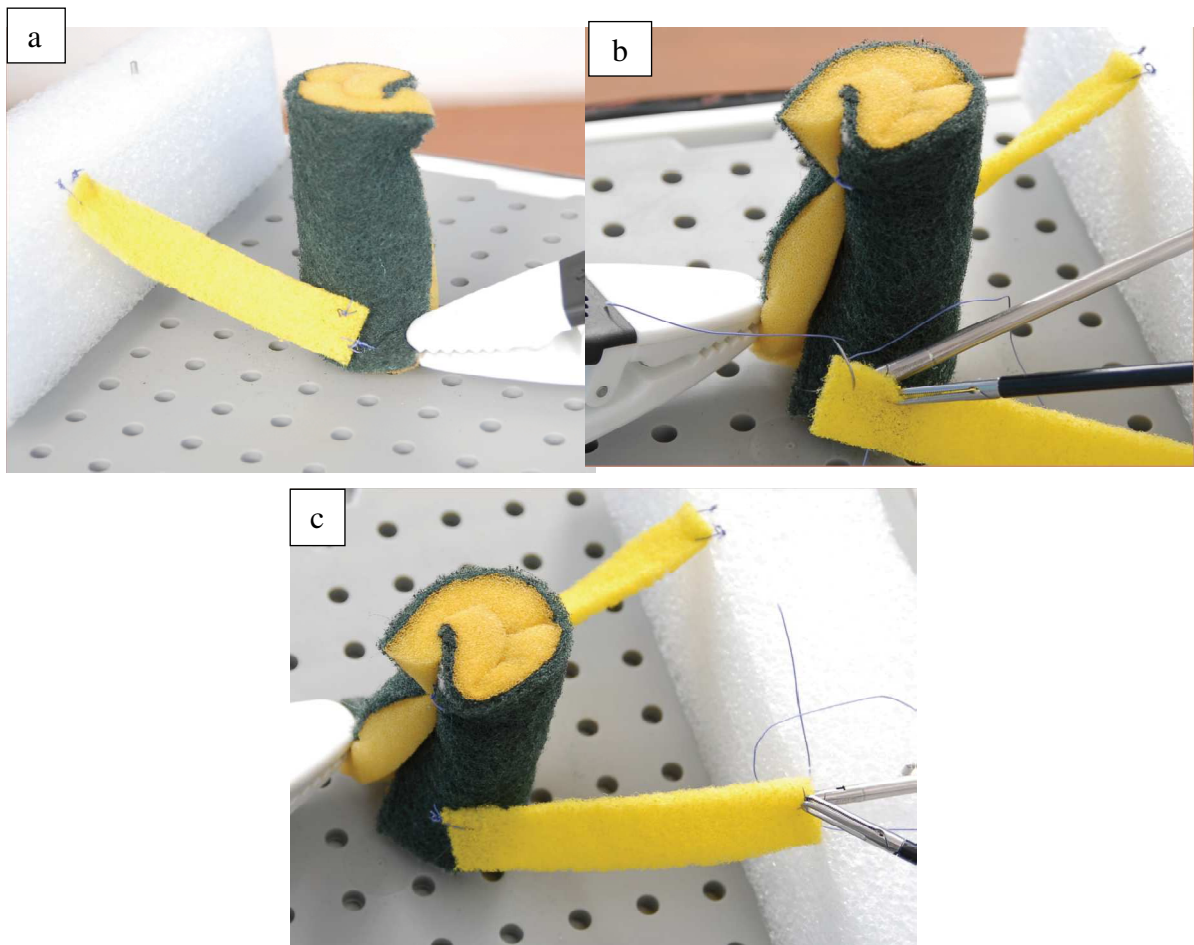


Figure 26(a ;b ;c) : exercice 8 du troisième séminaire.

- **Les manipulations sur l'animal comprennent :**
  - la néphrectomie par:
    - la dissection de l'artère et de la veine rénale ;
    - la ligature des vaisseaux un par un ;
    - la libération du rein.
  - la colectomie par :
    - le décollement colo-épiploïque ;
    - les ligatures vasculaires ;
    - le décollement colo-pariétal.
  - la fixation de bandelettes entre le rectum et le promontoire.
  - Sleeve gastrectomy par :
    - la dénudation de la grande courbure ;
    - la section verticale de l'estomac après calibrage.
  - Gastric by pass par:
    - le repérage de l'anse proximale et distale ;
    - la section-anastomose.
  - la transposition d'ovaire.
  - le curage aortico-cave.
  - la rate par :
    - la dissection des vaisseaux spléniques ;
    - la ligature des vaisseaux de la rate par des clips puis section.
  - la dissection du pédicule rénal.
  - l'annexectomie.
  - la mise en place de la plaque par :

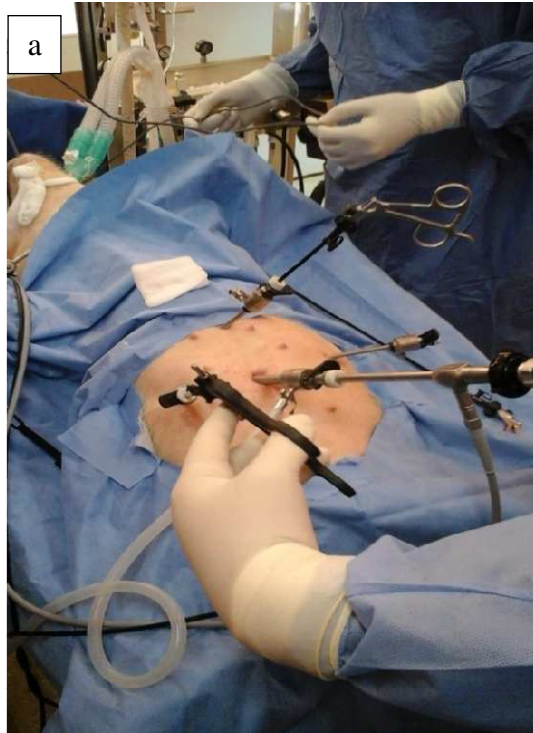
- l'introduction de la plaque ;
- l'étalement de la plaque ;
- la fixation par le fil.



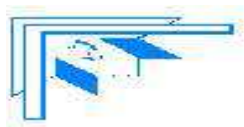
**Figure 27: photo du centre de simulation de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat.**



**Figure 28(a ;b) : photos prises lors d'un séminaire de diplôme universitaire de cœliochirurgie à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat (entraînements sur laparotrainer).**



**Figure 29(a ;b) : photos prises lors d'un séminaire de diplôme universitaire de cœliochirurgie à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat (entraînements sur le cochon).**



## **CHAPITRE 2 : L'ENVIRONNEMENT NÉCESSAIRE POUR LA RÉALISATION DE LA CŒLIOCHIRURGIE**



La coeliochirurgie consiste à opérer dans la cavité abdominale sans réaliser d'ouverture pariétale large contrairement à la laparotomie. La vision du champ opératoire s'effectue sur un écran grâce à une optique fine (ou endoscope) passée à travers la paroi et reliée à une source de lumière et à une caméra. La coeliochirurgie nécessite l'insufflation d'un gaz dans la cavité péritonéale afin de créer un espace de travail que l'on appelle le pneumopéritoine. Les gestes sont réalisés à l'aide d'une instrumentation spécifique également passée en trans-pariétal par des trocarts mesurant en général entre 5 et 12 mm de diamètre [1].

## **A - L'ÉQUIPE COELIOCHIRURGICALE [1]**

### **A.1- L'anesthésiste**

La coeliochirurgie nécessite une interactivité entre l'anesthésiste et le chirurgien.

L'anesthésiste peut par exemple retentir sur la vision chirurgicale par le bon endormissement et le bon relâchement du malade ; la surveillance des constantes mais surtout par le monitoring de la pression télé-expiratoire en  $\text{CO}_2$  ( $P_{\text{ETCO}_2}$ ) par capnographie, qui joue un rôle important dans la prévention des complications de l'hypercapnie induite par la création du pneumopéritoine, et ce, par l'adaptation de la ventilation.

### **A.2- L'infirmier du bloc opératoire**

L'infirmier permet d'assurer l'entretien et la connexion des appareils ; la maintenance des petites pannes et le bon déroulement de l'intervention.

## **B - L'ENVIRONNEMENT [1]**

### **B.1- La salle d'opération (figure 30)**

La taille de la salle est importante pour deux raisons ; d'abord l'apport d'un matériel supplémentaire et ensuite l'agrandissement des espaces opératoires. En effet, bien que les champs opératoires soient les mêmes que lors des techniques conventionnelles, les opérateurs occupent un espace plus large lors de leur placement et sont assez souvent amenés à se déplacer autour du patient.

### **B.2- La table d'opération**

Du fait que le pneumopéritoine élève la paroi d'une dizaine de centimètres et les outils utilisés mesurent en moyenne 43 cm de longueur , la moitié se trouvant à l'extérieur de la cavité, le champ opératoire se trouve donc surélevé d'environ 30 cm. Cela impose une installation spécifique sur une table adaptée, qui doit être mobile, permettant d'une part d'ajuster le champ opératoire endoscopique au champ conventionnel et d'autre part de mettre en place le patient dans la position adéquate selon l'opération envisagée (déclive, proclive ...).



Figure 30: exemple d'une salle d'opération moderne intégrant toutes les

### **B.3-La colonne d'endoscopie**

La plupart des colonnes endoscopiques sont composés par l'empilement de l'insufflateur, de la source lumineuse, de la caméra et parfois du système de lavage-aspiration. L'écran est, en règle, au sommet de la tour (figure31). Le patient est relié à la colonne par une sorte de « cordon ombilical » comprenant : le câble de CO<sub>2</sub>, le câble de la lumière, le câble de la caméra et parfois un câble de lavage et un câble d'aspiration. Dans notre exemple, ce cordon vient de la colonne endoscopique portant l'écran de l'opérateur. Or la longueur de cordon est limitée par la longueur du câble optique qui doit être la plus courte possible pour éviter les pertes lumineuses. La longueur habituelle de ces câbles est d'environ 2 mètres.



Figure 31: la colonne de cœlioscopie [7].

### ***B.3.1- Le système de vision [1]***

C'est une chaîne optique et électronique, qui peut être artificiellement divisée en trois grands secteurs:

- la production de la lumière : la source lumineuse ;
- l'acquisition de l'image : la caméra ;
- la transmission de la lumière : l'endoscope et le câble.

Du choix de la caméra, de la source lumineuse et de la connaissance des principes de base de la vision électronique va dépendre la qualité de la vue chirurgicale et donc de l'acte chirurgical.

#### ***B.3.1.1- La source lumineuse***

Les deux principaux types sont les halogènes et les xénon. Ils se distinguent par la température des couleurs, la différence qui se traduit dans le rendu des couleurs qui tirent légèrement sur le bleu pour le xénon. Le facteur déterminant pour une bonne vision laparoscopique est représenté par la quantité de lumière disponible à chaque endroit de la chaîne. La puissance de la source est donc le premier élément à considérer et qui peut être définie de manière fixe par l'opérateur grâce à un réglage manuel.

#### ***B.3.1.2- La caméra vidéo***

La caméra vidéo transforme l'énergie lumineuse en signal électrique qui est ensuite décodé dans les trois couleurs primitives (rouge, vert, bleu) pour donner l'image en couleur sur l'écran du moniteur.

### ***B.3.1.3- Les optiques et les câbles***

- Les câbles :

Le câble de lumière unissant l'endoscope et la source lumineuse est un élément important de la chaîne car lors de la transmission de la lumière, il est responsable d'une atténuation lumineuse plus ou moins importante, fonction de son type et surtout de son état. Deux types de câbles sont actuellement disponibles sur le marché :

- les câbles optiques : ils sont de très haute qualité de transmission optique mais ils sont fragiles ;

- les câbles à gel : ils ont été conçus pour éviter le problème d'altération des fibres optiques.

- Les optiques

L'endoscope permet d'amener la lumière à l'intérieur de la cavité par des fibres et ramène l'image par un ensemble de lentilles.

- Le moniteur

C'est un élément important de la chaîne de vision. L'essentiel est de posséder un moniteur capable de restituer toutes les qualités de résolution de la caméra.

### ***B.3.2- Le système d'insufflation***

- L'insufflateur [7]

Dans un premier temps, il crée le pneumopéritoine, ensuite il assure le gonflement de la cavité et son entretien par la compensation des fuites ou l'exsufflation en cas de surpression.

L'insufflateur de base peut être complété par des organes complémentaires, tels que le dispositif de réchauffement du gaz qui limite

l'hypothermie du patient, aussi le système de filtration placé entre la bouteille de CO<sub>2</sub> et l'appareil, la filtration en sortie évite une éventuelle contamination ou rétro pollution [8].



**Figure 32: insufflateur électronique. Le premier chiffre à gauche indique**

- Le gaz [1]

Le gaz idéal pour l'insufflation devrait avoir les propriétés suivantes : une faible absorption péritonéale, des effets physiologiques réduits, une excrétion rapide après absorption, incombustible, des effets minimes après embolisation intra-vasculaire et une solubilité sanguine maximale. Le CO<sub>2</sub> s'approche du gaz idéal et demeure le plus utilisé en cœliochirurgie.

## **C - L'INSTRUMENTATION [1]**

### **C.1- Les trocars**

Ce sont des tiges métalliques cylindriques à extrémités pointues et coupantes, placés dans des canules dans lesquelles ils glissent à frottement. Ils

servent à pénétrer la paroi abdominale et d'autre part on se sert de la canule pour faire pénétrer les différents instruments chirurgicaux.

Leur pointe est soit conique; atraumatique mais peu pénétrante, soit pyramidale qui a une grande force de pénétration mais du coup est plus traumatisante au niveau de la paroi et plus à risque de lésion viscérale (figure 33).

Il faut réfléchir au choix de la taille et du placement des trocars en fonction du diamètre de l'instrument à passer au travers, mais aussi suivant le rôle de cette voie d'abord, dans la pathologie traitée. Sachant qu'on diminue la longueur des incisions on diminue le risque de traumatisme, les douleurs post-opératoires, les séquelles esthétiques ainsi que le risque d'apparition des hernies incisionnelles.

On distingue : le trocart optique, les trocars d'exposition, les trocars opérateurs, le trocart sécurisé avec extrémité muni de lame coupante qui se rétracte après la traversée de la paroi abdominale et les réducteurs de diamètre des trocars [9].



Figure 33:trocarts à pointe pyramidale métallique utilisés pour passer

## C.2-Les instruments opératoires [7]

Ces instruments doivent répondre aux critères essentiels que sont robustesse, fiabilité, précision, ergonomie et facilité d'entretien. De plus, ce matériel doit servir aux différentes fonctions utiles aux opérateurs : la palpation, la préhension, la section, la dissection, la suture, la destruction et l'hémostase.

- Les ciseaux coelioscopiques

Ce sont des instruments microchirurgicaux assez fragiles. Plusieurs formes existent : les ciseaux courbes ou droits, avec deux mors actifs ou un mors fixe.

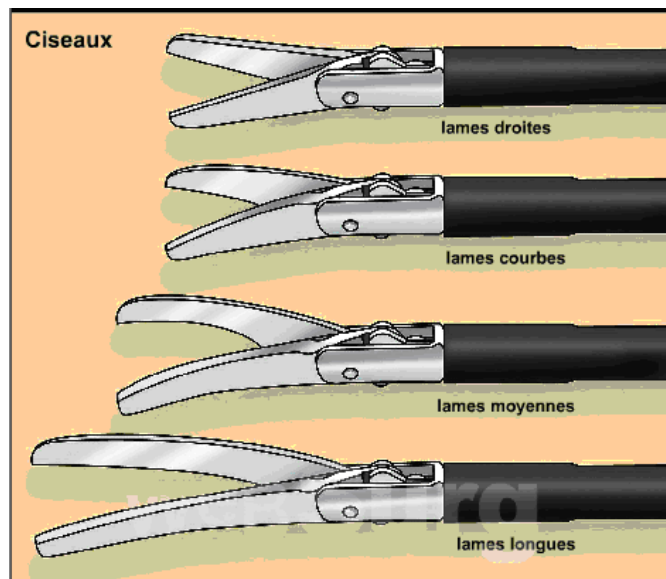


Figure 34: les différents types de ciseaux [7].

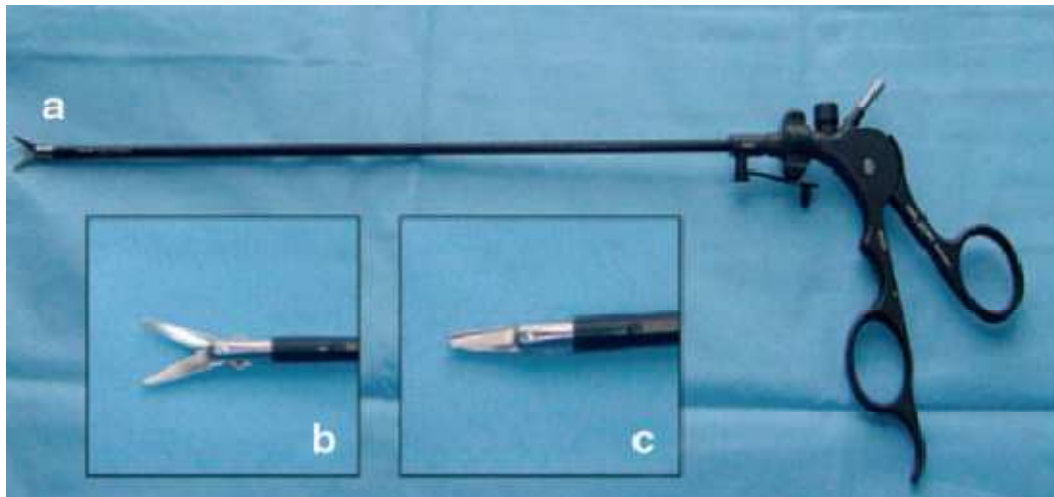


Figure 35: ciseaux courbes cœlioscopiques. a. vue d'ensemble ; b.ciseaux ouverts ; c. ciseaux fermés[1].

- Les pinces

Elles permettent la préhension, la présentation, la dissection et éventuellement la coagulation des tissus. Elles sont le plus souvent atraumatiques mais il faut distinguer plusieurs types de pinces :

- ♦ plates fines : issues de la microchirurgie, ce sont les meilleures pinces de dissection ;

- ♦ Grip : spécialement conçues pour la chirurgie endoscopique en gynécologie ;

- ♦ fenêtrées : spécialement conçues pour la manipulation des anses intestinales ;

- ♦ à biopsie ;

- ♦ à extraction : pinces de 5 ou 10mm, spécialement conçues pour l'extraction trans-pariétale des pièces opératoires.

- ♦ autres : babcock, à clip et à suture mécanique.

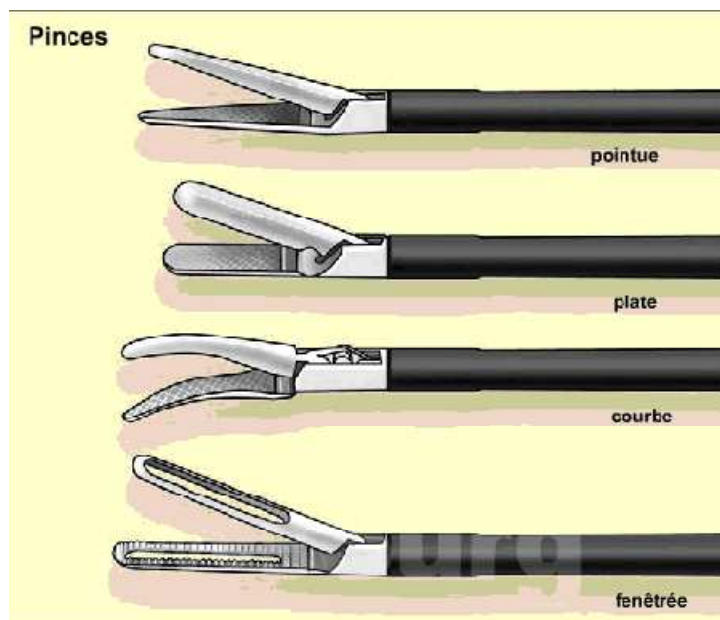


Figure 36: les différentes extrémités de la pince [7].

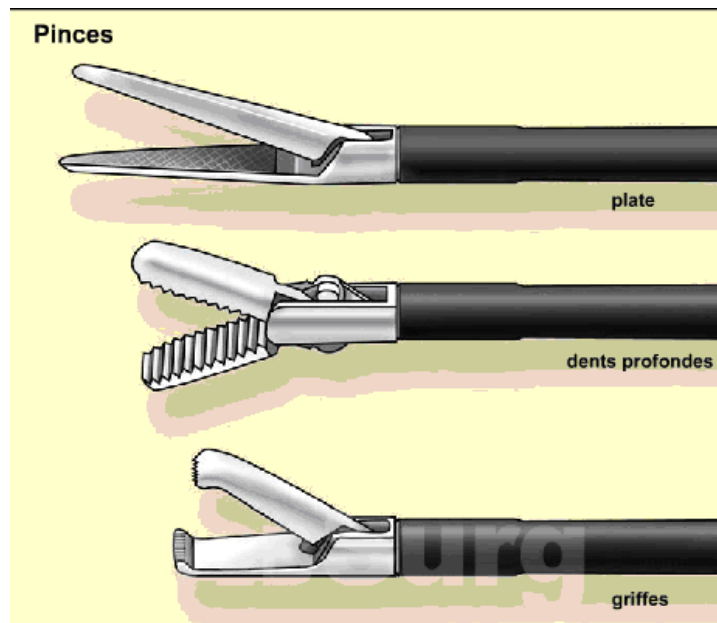


Figure 37: les différents revêtements des mors de la pince [7].

- *Les dissecteurs*

Ils permettent la dissection complète des vaisseaux sur toutes leurs faces.

- *Les porte-aiguilles* (figure 38)

Ils sont très proches des porte-aiguilles traditionnels. Ils ont des diamètres variables et dont l'extrémité active est courbe ou droite. En fait, le nombre des instruments chirurgicaux destinés au chirurgien endoscopique s'accroît de jour en jour.

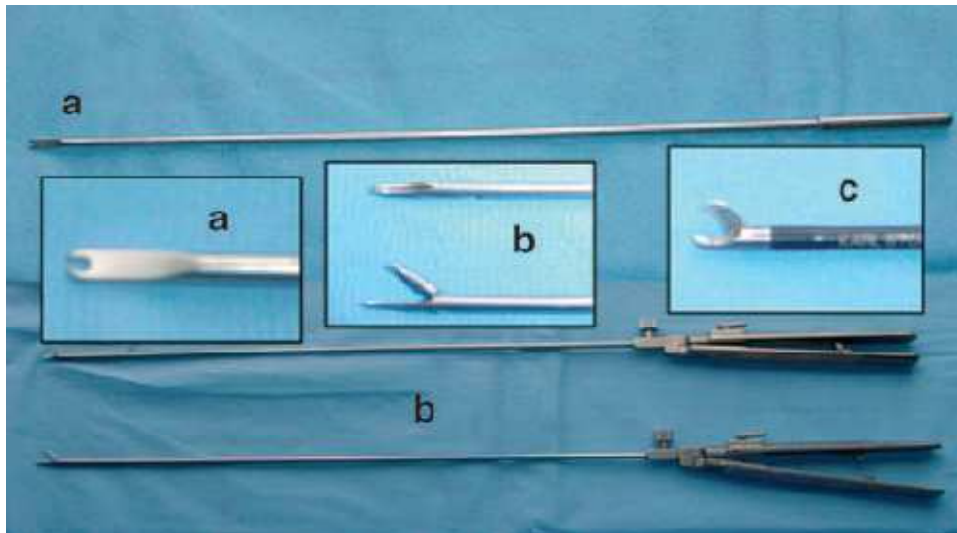


Figure 38: instruments de suture. a. Pousse-nœud ; b. porte-aiguille ; c. ciseaux à fils [1].

### C.3- Le système d'électrochirurgie

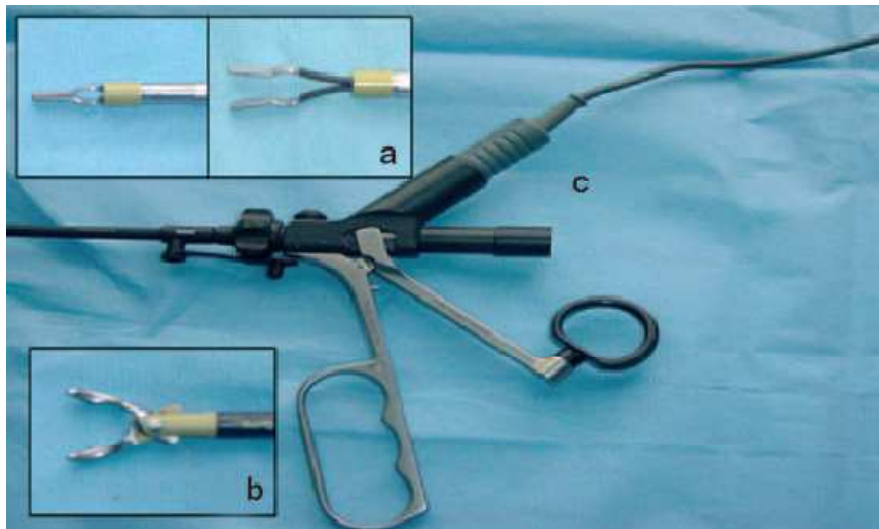
Ce système permet la section et l'hémostase au cours de l'intervention. Il nécessite comme outils : le bistouri électrique et la plaque, qui peuvent être en mode [9] :

- mono-polaire : l'électricité va de la pince vers la plaque, avec risque de brûlure pour le patient.
- bipolaire : l'électricité va d'un pôle de la pince vers l'autre, donc moins de danger de brûlure (figure 39).
- ligasure : il est basé sur la coagulation bipolaire, ce système délivre au vaisseau un courant élevé (4 A) et un faible voltage (< 200 V).

L'élévation thermique engendrée entraîne une dénaturation du collagène et de l'élastine de la paroi vasculaire. La force appliquée aux tissus par les mors de la pince comprime les parois du vaisseau l'une contre l'autre qui fusionnent, ce qui occlut la lumière du vaisseau[1].

- Ultracision : Le système Ultracision® emploie l'énergie ultrasonore pour réaliser la coagulation et la section des vaisseaux. Le principe repose sur le transfert aux tissus d'une haute fréquence de vibration (de l'ordre de 55 à

500 Hz) induite par une lame vibrante qui est utilisée pour attraper le tissu contre un mors non vibrant. La coagulation se fait par la dénaturation des liaisons d'hydrogène et des protéines du vaisseau entraînant la formation d'un coagulat qui va occlure la lumière du vaisseau[1].



**Figure 39: instrumentation bipolaire. a. pince plate bipolaire ; b. forceps bipolaire ; c. branchement électrique sur le poignet[1].**

## **D - LE SYSTÈME D'IRRIGATION-ASPIRATION[7]**

Il permet de nettoyer la zone opératoire et d'éliminer les liquides et particules. A cet effet on emploie des pompes ou bien plus simplement des poches à sérum avec un manchon gonflable.



Figure 40: le système d'irrigation [7].

## E - LES AVANTAGES [10]

Les avantages de cette chirurgie concernent essentiellement les patients :

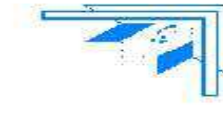
- la ponction de la paroi abdominale au lieu d'une laparotomie diminue le traumatisme de celle-ci et réduit au maximum les douleurs post-opératoires. Toutefois, le pneumopéritoine provoque souvent des douleurs scapulaires nécessitant l'administration d'anti-inflammatoires.
- l'absence d'iléus paralytique post-opératoire, dû à un traumatisme minime du péritoine et des intestins. La reprise de transit se fait donc très rapidement.
- de ce qui précède, résultent une alimentation précoce, une diminution d'utilisation d'analgésiques, une hospitalisation raccourcie et une reprise d'activité rapide. Par exemple, après une cholécystectomie par cette voie ; le

patient mange le soir, quitte l'établissement au 2ème jour et reprend son travail après 10 jours ; d'où un avantage économique et social non négligeable.

- l'esthétique des cicatrices peut être citée en dernier lieu.

## **F - LES INCONVÉNIENTS [10]**

Actuellement, l'inconvénient majeur est le coût des instruments nécessaires à cette technique. L'investissement de départ est assez onéreux. Certains instruments sont à usage unique, ce qui augmente le coût de l'opération.



## **CHAPITRE 3: LA SIMULATION ET LA FORMATION MÉDICALE**



## A - DÉFINITION

L'enseignement au lit du malade et au bloc opératoire représente la pierre de voûte de la formation des internes en chirurgie. Toutefois, la rentabilité de celui-ci semble moins évidente par la conjonction de plusieurs facteurs[6].

Les contraintes actuelles socio-économiques, l'évolution du nombre et du statut des internes, les modifications des procédures et des techniques chirurgicales avec l'avènement de la vidéo-scopie et de la robotique, l'amplification de la pression médico-légale sur le monde chirurgical imposent actuellement de repenser la formation pratique des chirurgiens [11,12].

Dans de nombreux pays à travers le monde, l'apprentissage de la médecine s'enrichit par l'ajout d'une autre méthode pédagogique basée sur la mise en situation : la simulation [13].

Le mot «**simulation**» vient du latin «*simulatio*» et, selon le dictionnaire de la langue française signifie : action de *simuler* : c'est-à-dire la reproduction expérimentale des conditions réelles dans lesquelles devra se produire une opération complexe [14].

La simulation peut également être définie comme la représentation d'un objet par un modèle plus facile à étudier. C'est la reproduction artificielle du fonctionnement d'un appareil, d'une machine, d'un système, d'un phénomène.

La simulation numérique possède des modèles fortement complexes qui représentent le système réel. L'informatique a largement accru l'utilisation des modèles de simulation.

Les techniques de simulation permettent de prévoir le comportement de systèmes physiques complexes (ponts, avions, fusées, centrales nucléaires, techniques médicales)[4].

Le mot « **simulateur** » vient du latin «*simulator*». C'est un dispositif expérimental ou un programme informatique qui permet de reproduire, à l'aide d'une maquette ou d'un programme informatique, le fonctionnement réel d'un appareil à des fins d'étude, de démonstration ou d'explication [4].

Dans le domaine chirurgical, la simulation est une méthode pédagogique, utilisant différents modèles pour des procédures techniques complexes [15]:

- les simulateurs par réalité virtuelle : c'est une technologie graphique, utilisée pour créer des événements et des objets fictifs, dont l'objectif est de simuler une scène en trois dimensions (3D) pour permettre la manipulation virtuelle ;

- les simulateurs par réalité augmentée [16] : qui consistent à superposer un modèle informatique, ainsi que d'autres informations pertinentes, sur une image réelle correspondante. Ils caractérisent tout système qui améliore la perception de l'opérateur vis à vis de l'environnement réel ;

- le petit ou surtout le gros animal [17,18] ;

- le sujet anatomique humain ou cadavre humain [19,20].

Cette nouvelle technique d'apprentissage dite « expérientielle » ne remplace pas les autres méthodes (abstraction, observation ou compagnonnage), mais elle les complète par une activation et une mise en pratique des connaissances dans un cadre sécurisé sans patient [13,21].

Le concept d'enseignement par simulation repose sur la définition d'un cursus, le développement de supports techniques plus ou moins complexes et la mise en place de systèmes d'évaluation de l'enseignement [6].

En Amérique du Nord en particulier, elle fait partie intégrante de la formation de toutes les professions de santé, intégrant l'évaluation de celle-ci.

Elle est également à la base de nombreux travaux de recherche, tant médicale que para-médicale[15].

L'apprentissage de la chirurgie se prête tout particulièrement à ce type d'enseignement pour différents aspects :

- l'aspect technique, avec la possibilité via des simulateurs de développer une aptitude technique pérenne sur certains gestes (gestuelle coelioscopique, endoscopique et de chirurgie ouverte)[22,23,24,25] ;

- l'aptitude au raisonnement devant certaines situations cliniques et la notion de travail en équipe ;

- enfin, l'évolution des pratiques chirurgicales doit intégrer une dimension médico-légale et la notion de certification et de formation continue.

Ainsi, outre-atlantique, l'impact médico-légal et économique d'une formation sur simulateur avant certification pour certaines spécialités ou techniques « à risque » est maintenant reconnu[26,27]. Les patients sont rassurés que les praticiens qui s'apprêtent à pratiquer des actes invasifs sur eux aient été formés sur simulateurs [28].

Plusieurs sociétés savantes ont débuté une politique d'accréditation des centres de simulation [29]. Des agences de santé, telles que le *National Health Service* anglais ou la *Haute Autorité de Santé* française sont en train d'intégrer la simulation dans leurs recommandations pour la formation médicale initiale ou le développement professionnel continu. De même, un consensus européen d'intégration de la simulation dans l'apprentissage coelioscopique a été proposé [30].

## **B - LES APPORTS DES NOUVELLES TECHNOLOGIES**

Les pratiques de simulation se sont considérablement développées au cours des vingt dernières années dans le domaine de la santé, notamment par le développement de la coelioscopie et des nouvelles technologies [6,31]. Celles-ci ont permis l'utilisation de simulateurs sophistiqués et informatisés par [32,33,34] :

- **navigation et interaction** : le contact mécanique entre l'outil que tient le chirurgien et l'organe nécessite un retour d'effort ;

- **modélisation de corps déformables** : contrairement aux simulateurs de vol, les simulateurs d'êtres vivants doivent reproduire des interfaces molles être présenter fidèlement les organes et leurs réactions aux contraintes mécaniques ;

- **puissance de calcul** : les calculs doivent être effectués en temps réel sur un cycle de 1ms ;

- **puissance graphique** : le réalisme graphique nécessite différentes textures, une haute résolution, de nombreux polygones pour les détails des organes et un éclairage adéquat ;

- **visualisation performante**

## **C - LA CLASSIFICATION DES SIMULATEURS MÉDICAUX [4]**

L'utilisation de la simulation en éducation médicale intéresse le domaine médical et chirurgical.

Il existe trois classifications des simulateurs médicaux : la *classification en catégories*, la *classification en générations* et une *troisième classification* qui regroupe les simulateurs en systèmes passifs ou actifs, mécaniques ou virtuels[35,36].

## C.1- La classification par catégories [4]

Cette *première classification* permet un regroupement des simulateurs médicaux de manière générale.

### ***C.1.1-Le simulateur d'environnement ou d'immersion complet (SEC) :***

C'est le plus complexe des simulateurs. Tout comme le pilote qui est immergé dans une reproduction complète très réaliste de l'environnement, le médecin est ici immergé au sein d'une situation de haute-fidélité.

Exemple le « *Patient Simulator* » (figure 41) ou le « *the Human Patient Simulator* » (figure 42)[37].



**Figure 41: SimMan– Universal Patient Simulator [4].**



**Figure 42: The Human Patient Simulator[4].**

Dans ces systèmes, le médecin agit sur un mannequin instrumenté. Ce dernier respire, parle, etc... Ce simulateur permet aux étudiants de réaliser des consultations et des prises de décision.

### ***C.1.2 - Le simulateur d'entraînement partiel de tâches (SEPT) ou simulateur d'immersion partielle (SIP)***

Ce simulateur est un sous-ensemble du précédent. Les SEPT ont des coûts inférieurs aux SEC, dus à la nature spécifique de chaque simulateur.

### ***C.1.3 - Le simulateur d'enseignement assisté par ordinateur (SEAO)***

Ce sont des programmes informatiques qui fonctionnent sur un poste de travail multimédia avec un graphique tridimensionnel (3D). Le plus souvent, la simulation sur SEAO utilise des modèles mathématiques relatifs au comportement physique et mécanique de l'environnement étudié. Ces simulateurs utilisent le concept de réalité virtuelle où l'utilisateur est immergé

dans un environnement virtuel et ressent les sensations par retour d'effort (figure 43)[38].

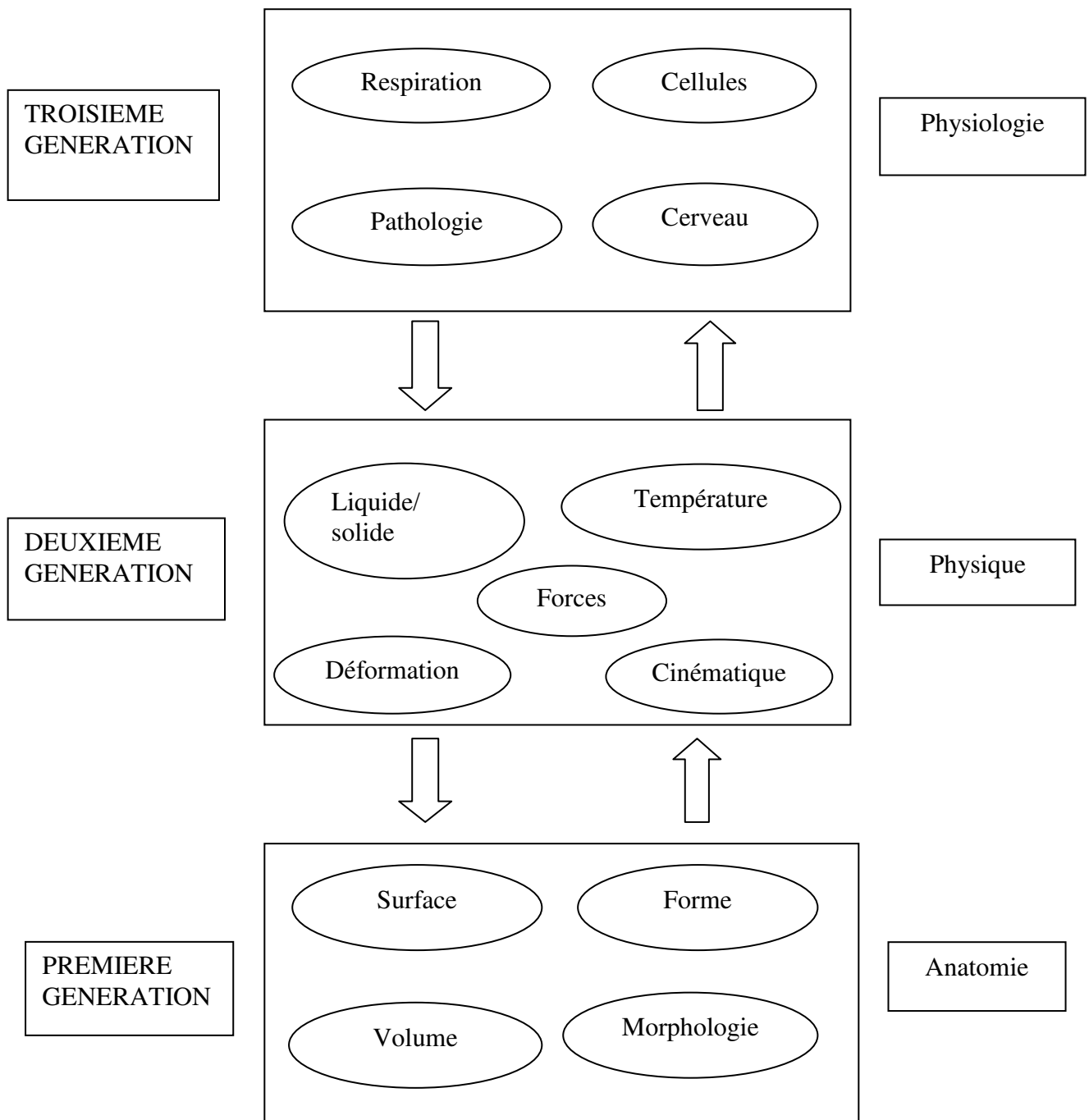


**Figure 43: exemple d'un outil à retour d'effort (Haption) utilisé dans un simulateur d'enseignement assisté par ordinateur[4].**

Par exemple, il existe les simulateurs d'entraînement aux piqûres avec des systèmes à retour d'effort utilisés pour la formation des jeunes médecins.

## **C.2 - La classification par générations**

SATAVA propose une classification des simulateurs médicaux en **trois générations**(figure 44) [39,40,41]:



**Figure 44: les trois générations de simulateurs médicaux SATAVA [39,40,41]**

### ***C.2.1 - Les simulateurs de première génération***

Ces simulateurs décrivent uniquement l'anatomie, en particulier la *géométrie* des structures mises en jeu dans une intervention chirurgicale. L'utilisateur peut se déplacer virtuellement dans le corps humain et dispose d'une interaction assez limitée avec le modèle géométrique des organes. Exemple : les simulateurs développés pour réaliser des endoscopies virtuelles, commercialisés sur des systèmes d'imagerie médicale.

### ***C.2.2 - Les simulateurs de deuxième génération***

Ces simulateurs utilisent des informations *géométriques* et des informations **physiques** liées à la *nature déformable des tissus mous* ; ce type de simulateur simule l'aspect biomécanique des organes. Ils peuvent simuler les *gestes de section ou de suture*. Exemples : la simulation de cholécystectomie, d'arthroscopie du genou ou de chirurgie gynécologique [42].

Les différents composants sont :

- la modélisation géométrique ;
- la modélisation physique ;
- l'instrument virtuel ;
- le retour visuel ;
- le retour d'effort.

### ***C.2.3 - Les simulateurs de troisième génération :***

Ce type de simulateurs possède des *informations* physiologiques en plus des informations anatomiques et physiques.

Des environnements virtuels sont employés pour simuler les phénomènes physiques et représenter des objets réels. L'objectif est de reproduire aussi fidèlement que possible l'environnement réel, en intégrant les propriétés

physiques des objets, leurs comportements physiques et leurs contraintes environnementales.

Les simulateurs de deuxième et troisième génération ont des modèles mathématiques relatifs au comportement physique et physiologique des tissus humains. La caractérisation de ces comportements bio-mécaniques est la plus grande contrainte.

Il est en effet indispensable d'immerger l'utilisateur dans un environnement virtuel. Le retour visuel, nécessite un minimum de 30 images par seconde, le retour d'effort nécessite le calcul de 300 à 1000 consignes de force par seconde [4].

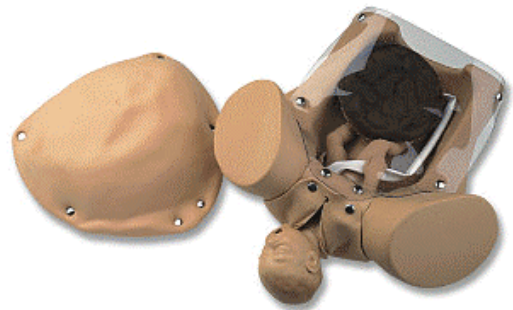
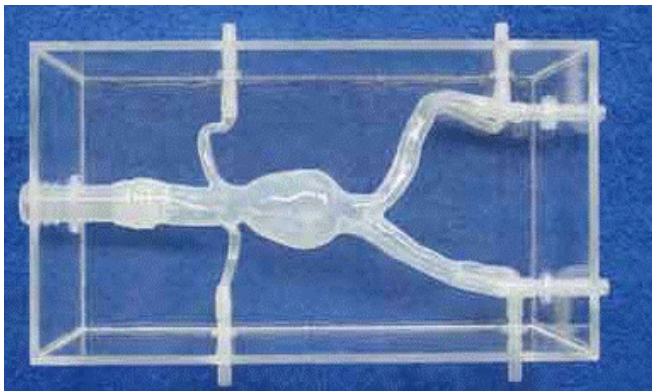
Cette *deuxième classification* regroupe les simulateurs médicaux où l'aspect mécanique du simulateur n'est pas pris en compte. Les simulateurs sont des systèmes informatiques « virtuels » avec des modèles bio-mécaniques des organes, modélisés de manière complexe, détaillé ou non.

### **C.3 - La nouvelle classification des simulateurs médicaux**

C'est une nouvelle classification qui a été créée dans l'objectif de classer les simulateurs en fonction de leur nature, c'est-à-dire par rapport à *leurs composants*. Les simulateurs médicaux peuvent avoir des modèles mathématiques ou des mannequins, des systèmes actifs ou passifs, des systèmes avec réalité virtuelle ou réalité augmentée (cette dernière consiste à superposer un modèle informatique, ainsi que d'autres informations pertinentes, sur une image réelle correspondante. Elle caractérise tout système qui améliore la perception de l'opérateur vis à vis de l'environnement réel)[38].

### ***C.3.1 - Les simulateurs anatomiques (SA)***

Ce sont les plus simples. Les mannequins, représentant l'anatomie, sont des simulateurs passifs qui *n'interagissent pas avec l'opérateur*. Ils peuvent être en plastique, tissu, caoutchouc ou en matériaux déformables (silicone, latex, etc.). Les SA n'ont aucune instrumentation ni programmes de visualisation. Ex : vaisseaux de l'abdomen [3] ; simulateur d'accouchement, *utilisé aujourd'hui dans les écoles de sages-femmes*[43] (figure45) ; ou encore le simulateur pour l'examen pelvien (figure 46).



**Figure 45 : simulateurs anatomiques[4].**



**Figure 46: simulateur pour l'examen pelvien[4].**

### ***C.3.2 - Les simulateurs virtuels (SV) :***

Ce sont des simulateurs avec des modèles 3D, représentant chaque organe. Certains de ces simulateurs peuvent avoir des modèles mathématiques représentant le comportement anatomique et biomécanique des organes. Les SV n'offrent pas une *interactivité* avec l'opérateur, à part les interfaces 3D pour la visualisation des données.

### ***C.3.3 - Les simulateurs virtuels avec retour d'effort (SVRE)***

Ces simulateurs se distinguent du fait de l'existence de systèmes de retour d'effort qui permettent à l'utilisateur de ressentir ses mouvements dans le monde virtuel. Nous trouvons dans cette classe tous les simulateurs qui utilisent la réalité virtuelle, couplée avec des modèles biomécaniques. L'opérateur est ainsi immergé dans un monde virtuel grâce à des systèmes de **retour d'effort**. Exemple : les simulateurs des sociétés SIMBIONIX.

### ***C.3.4 - Les simulateurs anatomiques instrumentés et/ou virtuels (SAIV)***

Ces simulateurs, plus complexes, offrent à l'utilisateur une meilleure immersion dans l'intervention simulée (exemple : l'examen gynécologique ; E-Pelvis ). Par rapport aux SA, les SAIV utilisent des mannequins et des instruments médicaux instrumentés avec des capteurs *d'effort, de position, de pression, d'accélération ou tactiles*.

Dans ces systèmes, l'utilisateur ressent les efforts réels produits par les systèmes mécaniques du simulateur (*simulateur* actif). Les SAIV augmentent l'immersion de l'opérateur grâce aux interfaces haptiques, graphiques (visualisation 3D ou de la réalité virtuelle) et acoustiques. Ces interfaces facilitent l'enseignement et l'entraînement.

## **D - LES OUTILS DE SIMULATION EN COELIOCHIRURGIE :**

Il existe plusieurs outils de simulation en coeliochirurgie, qu'on peut classer en 2 catégories: ceux utilisant des objets inanimés et ceux utilisant des animaux vivants .

### **D.1-Modèles inanimés**

#### ***D.1.1-Laparotrainers, pelvitrainers***

Historiquement, le pelvitruiner a été le premier mode d'entraînement à la coeliochirurgie dès les années 1990 et garde encore une place importante de nos jours[44].Il est maintenant utilisé pour la formation chirurgicale par les chirurgiens viscéraux, gynécologues, urologues ou thoraciques [45,46,47].

Il s'agit de boîtes avec un couvercle transparent avec des trous permettant d'introduire et de manier les instruments de laparoscopie pour un apprentissage basique du repérage dans l'espace, de la préhension et de la suture [48,49].

Les étudiants doivent être capables d'effectuer des exercices de base comme attraper et positionner une aiguille, couper, mettre un clip ou suturer.

On peut compliquer l'exercice en rendant opaque le couvercle de la boîte, en introduisant une caméra reliée à une colonne de vidéo coelioscopique [50].

Ces modèles de formation peuvent être utilisés pour une grande variété d'exercices, des plus simples, tels que " la prise et la libération des objets "à des procédures plus complexes, comme la réalisation de plusieurs anastomoses.

Ils peuvent être faits avec des objets inertes (morceaux de tissus, éponges, cordes courtes, etc.) ou des tissus ex-vivo, tels que l'intestin des animaux ou autres [51].

Le but principal de ces pelvitrateurs est de développer la coordination entre la main et l'œil et de familiariser le chirurgien avec les instruments coelioscopiques [52,53].

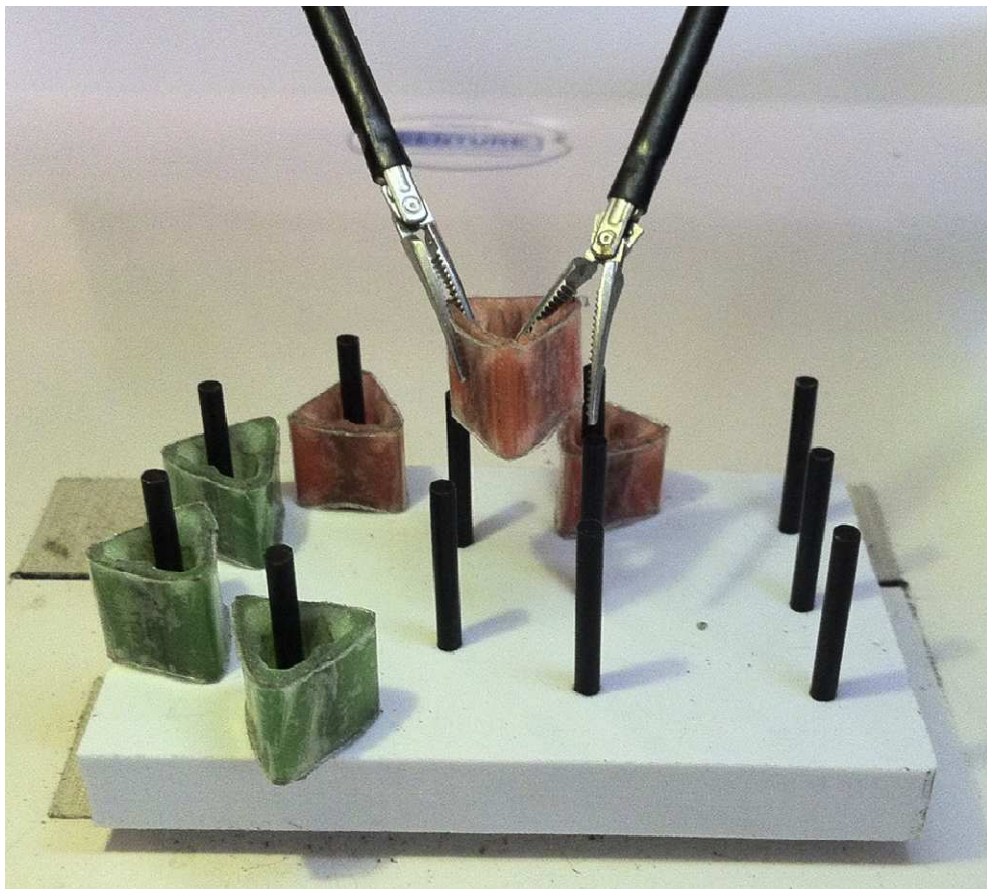
L'utilisation de mannequin reproduisant le corps humain autorise le chirurgien à introduire lui-même ses trocarts et à effectuer des exercices chirurgicaux comme sur un véritable humain. Il existe ainsi des modèles commercialisés reproduisant l'abdomen, la région inguinale, ou le pelvis de la femme. De nouveaux modèles ont été également créés plaçant à l'intérieur de ceux-ci des organes. Pour se perfectionner à la dissection ou à la suture ; l'étudiant peut utiliser des organes réels comme des cuisses de poulets à l'intérieur du pelvitrateur. Par exemple, il peut disséquer la peau du muscle puis effectuer des nœuds [54].

L'introduction récente d'organes d'animaux perfusés avec un colorant, dans ce type de pelvitrateurs permet à l'étudiant d'effectuer des exercices tout en recherchant la meilleure hémostase [55].

Parmi les avantages de ces modèles, c'est leur disponibilité à tous moments, leur faible coût, la mise en œuvre rapide et la possibilité de s'entraîner aux gestes les plus complexes d'une procédure complète, de façon répétée (entraînement aux étapes de la chirurgie reconstructrice comme la suture de la pyéloplastie ou de l'anastomose uréthro-vésicale de la prostatectomie radicale).

De ce fait, alors que le bien-fondé de la pratique chirurgicale tombe sous le sens, plusieurs chirurgiens se sont posés la question du bénéfice de ce type d'apprentissage lors du retour dans le bloc opératoire. Une étude randomisée, comparant la dextérité de deux groupes de chirurgiens pratiquant une cholécystectomie coelioscopique, un groupe ayant reçu une formation sur simulateur et l'autre non, a montré une amélioration significative des

performances dans le groupe des chirurgiens ayant bénéficié d'une formation préalable hors du bloc opératoire [55]. De la même façon, d'autres auteurs ont montré une amélioration de la dextérité en coeliochirurgie dans le domaine de la chirurgie générale ou dans d'autres spécialités [56,57,58,59,60].



**Figure 47:exemple de transfert d' objets inanimés durant the Fundamentals of Laparoscopic Surgery (FLS) course [51].**

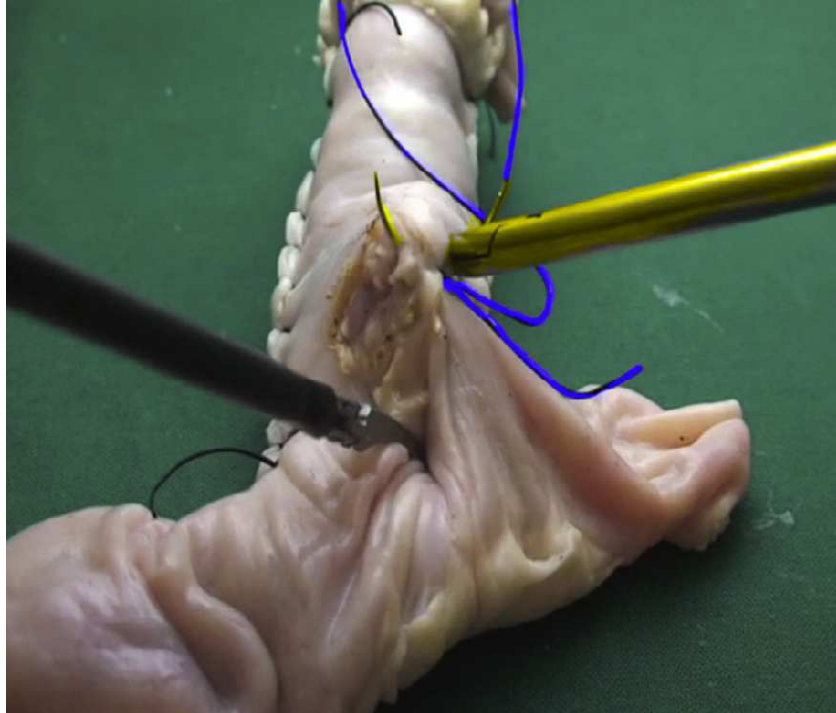


Figure 48 : image prise à partir d'une vidéo d'instruction en haute définition. Endotrainer montrant comment effectuer les premières sutures pour fermeture de la paroi postérieure lors d'une anastomose gastro-jéjunale laparoscopique. L'aiguille et fil de suture apparaissent en surbrillance en jaune et en bleu, respectivement [51].



Figure 49 :le laparotrainer [61].

### ***D.1.2 - les modèles cadavériques***

Ce type de simulateurs a une fiabilité acceptable et l'avantage de permettre la simulation de l'opération complète. Les sujets anatomiques ou cadavres humains constituent le modèle historique pour la formation pratique en chirurgie ou en médecine interventionnelle [62]. En effet, le cadavre humain frais ou embaumé est utilisé depuis plusieurs siècles comme outil d'apprentissage de l'anatomie clinique [63,64]. Il constitue également pour beaucoup une source de réflexion éthique et d'analyse émotionnelle et psychologique des étudiants dans la formation comportementale médico-chirurgicale [65,66].

Cependant, leur coût et leur disponibilité limitée, ainsi que les contraintes éthiques dans certains pays, ont limité leur utilisation [51].

Le modèle cadavérique humain est très proche de la réalité clinique et apparaît ainsi l'un des plus adaptés à la formation chirurgicale technique mais les différences avec le tissu vivant, du fait de l'absence de saignement, de respiration et de battements cardiaques évitent également leur usage[2,22,51].

Pour être encore plus proche de la réalité du bloc opératoire, le sujet anatomique humain doit faire l'objet d'une revascularisation et d'une ventilation, être pertinent en chirurgie ouverte ou en vidéoscopie, d'où vient le concept du modèle « SimLife », une technique de perfusion et de ventilation d'un cadavre humain frais qui restaure la circulation pulsatile et les mouvements respiratoires du modèle, ce dernier représente ainsi un modèle d'enseignement à haut degré de réalisme, essentiel au transfert des habiletés gestuelles et à leur rétention technique et psychologique par le jeune chirurgien en formation mais dont le processus de fabrication est en cours [67,68].

Ce modèle associe un corps provenant d'un don du corps à la science, corps reçu au centre de don du corps (CDC) de l'université de Poitiers (France), préparé dans la perspective d'un scénario chirurgical en simulation et un module externe de commande hémodynamique et respiratoire ,module technique qui est adapté alors au corps le jour de la séance de formation par la pédagogie en simulation, permettant donc de créer plusieurs scénarii en situation de bloc opératoire, pour le chirurgien et ou son équipe.

Cependant, plus que prix du dispositif, le réel frein au développement du modèle SimLife est lié à la disponibilité des corps et à leur préparation avant et pendant les séances de simulation. En effet, préparation et surveillance du dispositif requièrent un temps important et des équipes formées à la technique SimLife.

### ***D.1.3 - Les simulateurs de réalité virtuelle***

L'évolution notable des simulateurs procéduraux montre pour certains leur efficacité pour la formation chirurgicale par vidéo-scopie [69,70].

Ces modèles permettent l'exécution des procédures chirurgicales complètes et leur répétition aussi souvent que possible, sans aucune limitation de temps, ainsi que l'appréciation du déroulement de la séance, ce qui permet la correction des erreurs les plus courantes lors de la formation [51].

Dans le cas des programmes de formation spécifique (telles que la chirurgie pour le traitement de l'obésité) ; la simulation virtuelle a permis la réduction du temps de la formation et de la nécessité d'un tuteur en permanence, ainsi que le transfert de la plupart des gestes cœlioscopiques de base en salle d'opération[51].

Les performances des chirurgiens ont été analysées dans des études randomisées comparant l'apprentissage sur simulateur de réalité virtuelle à :

- 1- un groupe contrôle sans enseignement spécifique [71,72,73] ;
- 2- un groupe ayant bénéficié d'un enseignement sur simulateur vidéo[74,75,76].

Après mise en situation réelle au cours d'une cholécystectomie cœlioscopique, les étudiants montraient une dextérité psychomotrice augmentée après enseignement sur simulateur, avec des performances opératoires significativement améliorées dans le groupe formé sur simulateur de réalité virtuelle en termes de rapidité, d'économie de mouvements, de diminution du nombre d'erreurs et de progrès réalisés. Les auteurs avancent comme hypothèse que le retour à propos des erreurs commises a permis une augmentation de la précision, directement responsable de l'amélioration des performances. Ces études, bien que réalisées sur de petits effectifs, montrent donc que les

acquisitions sur simulateur sont transférables au bloc opératoire en cœliochirurgie.

L'utilisation de ces simulateurs de réalité virtuelle a montré son intérêt dans l'apprentissage de la cœliochirurgie pour les chirurgiens débutants comme pour les chirurgiens confirmés [77,78,79,80].

L'inconvénient de cette chirurgie virtuelle est avant tout d'échapper à toute sensation tactile et de reproduire artificiellement les accidents hémorragiques qui peuvent se produire. Le coût de tels appareils est encore élevé.

#### ❖ *Simulateur de cœliochirurgie*[4]

En Suisse, un système d'entraînement à la chirurgie mini-invasive a été développé par l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)[81]. Le simulateur est composé de deux parties :

- **une partie visuelle** : une image virtuelle issue de la manipulation infographique de modèles 3D représentant les organes humains ;
- **une partie haptique**: qui permet de restituer au chirurgien la sensation de retour d'effort due aux manipulations des organes.

Avec ce système, le chirurgien peut apprendre et ou optimiser le geste chirurgical.

Une analyse des procédures mini-invasives a permis de déterminer les besoins principaux pour le système de retour de force. Un système mécanique qui simule les interactions entre outils chirurgicaux et les organes virtuels, a été installé dans un mannequin.

C'est un mécanisme hybride : parallèle-série sphérique à retour d'effort avec un pivot virtuel, le « PantoScope » (figure 50) [81].

Pour la simulation des organes virtuels, le concept de contrôle de force implicite, avec compensation active des efforts de frottement et de la gravité est employé. Ainsi, des attributs statiques et dynamiques des objets virtuels, tels que la masse, l'élasticité et la viscosité, peuvent être simulés dans une plage de dynamique importante.

Un concept de contrôle supervisé est proposé pour la connexion du système à retour de force avec les modèles des organes calculés sur une station graphique séparée.



**Figure 50: simulateur pour la cœliochirurgie - (EPFL)[4].**

❖ *Systeme d'entraînement à la chirurgie endoscopique virtuelle[4]*

Le Virtual Endoscopic Surgery Training (VEST), développé en Allemagne (Forschungszentrum Karlsruhe), est un simulateur pour l'entraînement des interventions de chirurgie mini-invasive. Il dispose d'un environnement virtuel, de vrais instruments chirurgicaux et un endoscope (figure 51)[3]. L'opérateur ressent un retour d'effort quand les instruments sont en contact avec les organes virtuels [82,83].

Le VEST dispose d'une bibliothèque d'organes réalistes et permet la simulation en temps réel des déformations et des manipulations d'organes.

Le système d'entraînement à la chirurgie endoscopique virtuelle permet aux chirurgiens de s'entraîner aux chirurgies cœlioscopiques et gynécologiques [84].



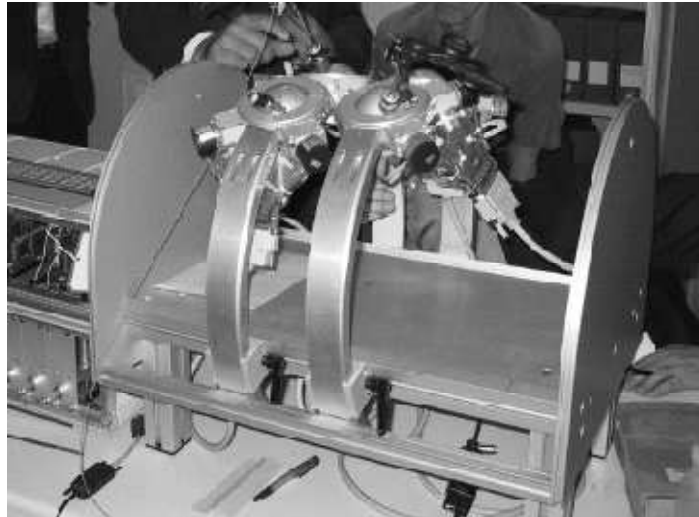
**Figure 51 : Virtual Endoscopic Surgery Training (VEST) [4].**

❖ *Simulateur pédagogique d'interventions œlioscopiques à visée gynécologique(S.P.I.C)[4]*

Le prototype du simulateur chirurgical possède un manipulateur restituant une interface la plus proche possible de la réalité. Il est équipé d'une caméra et de deux pinces, dont les positions sont mesurées grâce à des capteurs. Une cavité pelvienne a été également modélisée avec les principaux organes, à partir de mesures effectuées sur des patientes [85,86,87].Un logiciel permet la visualisation en temps réel de l'environnement opératoire, ainsi que la détection des collisions entre outils et organes. Il intègre un protocole de formation pour l'apprentissage de gestes techniques de base en œlioscopie. La partie informatique est constituée d'un ordinateur permettant, d'une part de visualiser sur un écran les pinces, les organes pelviens et la cavité pelvienne, et d'autre part de simuler le déplacement des instruments.

❖ *Simulateur d'entraînement pour la chirurgie endoscopique[4]*

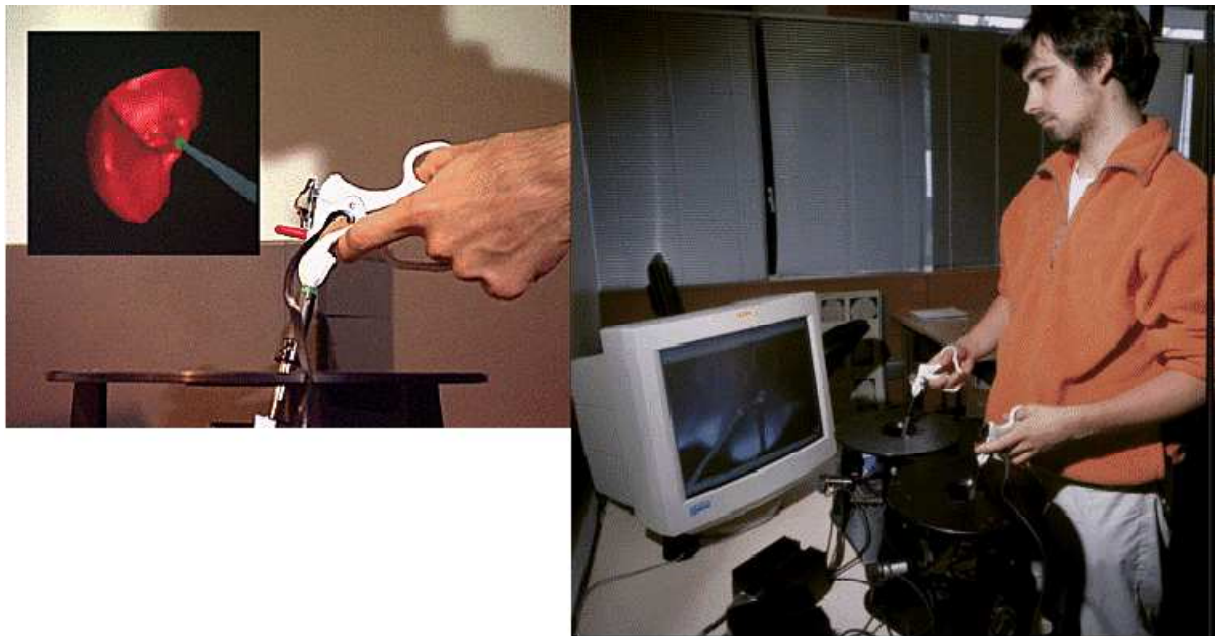
Ce simulateur pour la chirurgie endoscopique a été développé dans le cadre du projet européen MISSIMU (Minimal Invasive Surgery Simulator). Il est composé d'un outil flexible supporté par une représentation fidèle du patient et d'un environnement opératoire réaliste. Il comporte des modèles d'organes virtuels, un mannequin avec abdomen et des trocars à position réglable selon la procédure choisie, des instruments d'endoscopie réels et un système de retour d'effort sur les instruments (figure 52). Il peut être employé pour la chirurgie gastro-intestinale et l'urologie [88].



**Figure 52: simulateur MISSIMU[4].**

❖ *Simulateur de chirurgie hépatique[4]*

Le simulateur de chirurgie cœlioscopique du foie a été développé dans le cadre du projet Epidaure à l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique de Sophia-Antipolis, en collaboration avec l'IRCAD (Institut de Recherche Contre les Cancers de l'Appareil Digestif)(figure 53).



**Figure 53 : simulateur de chirurgie hépatique[4].**

Dans ce prototype, l'utilisateur peut interagir à l'aide de deux instruments chirurgicaux à retour d'effort, en déformant et en découpant le parenchyme hépatique. Le comportement physique du foie est modélisé comme un matériau élastique linéaire ce qui permet d'une part de représenter correctement les petites déformations et d'autre part

d'accélérer les calculs de déformations et de forces en recalculant la réponse du modèle physique [89,90,91,92].

Ce simulateur pourrait aussi servir de banc d'essai pour tester de nouveaux instruments chirurgicaux en vue d'assister le chirurgien qui télé-opère un système robotique. Comme les systèmes de vision permettant de déplacer automatiquement par asservissement visuel les instruments coelioscopiques [93].

## **D.2-Les modèles vivants**

Ces modèles utilisent des animaux vivants, généralement des cochons, dans la plupart du temps pour effectuer des actes chirurgicaux complets qui sont difficiles à reproduire dans des simulateurs virtuels, comme une gastrectomie laparoscopique ou une dissection inter-cavo-aortique des ganglions lymphatiques porcine [2,51].

Ces entraînements sont très efficaces car il s'agit d'une véritable opération pratiquée dans des conditions réelles, reproduisant les actes chirurgicaux effectués sur l'humain et le principe de contrôle de l'hémostase [2,94].

Par ailleurs, il existe un certain nombre de différences anatomiques entre l'homme et le cochon qui limitent la réalisation de cet entraînement [2].

Certains ont proposé l'utilisation de chiens qui ont en effet une prostate et peuvent être utilisés pour pratiquer la prostatectomie radicale [95].

Ces modèles sont cependant peu nombreux car l'utilisation du modèle animal est soumise à une réglementation très stricte et nécessite une infrastructure coûteuse et adaptée. En effet, chaque procédure nécessite une anesthésie générale, un ensemble d'instruments chirurgicaux de vétérinaires formés et des chambres adaptées pour la sécurité des animaux [51] .

Les laparoscopistes inexpérimentés ont quelques difficultés à finir les procédures complexes sur l'animal. On peut parfaitement poursuivre la dissection sur des cadavres d'animaux, mais à ce moment-là, les principes du contrôle de l'hémostase ne peuvent pas être effectués. De plus l'utilisation d'animaux qui doivent être sacrifiés en fin d'opération, pose de nombreux problèmes juridiques et est même interdite dans certains pays, comme dans les pays anglo-saxons où elle a été abandonnée pour des raisons éthiques et de sécurité sanitaire [96].



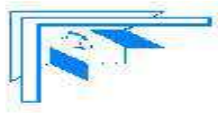
**Figure 54 (a;b): intervention cœlioscopique sur le cochon dans le cadre de la formation pratique du chirurgien[7].**



**Figure 55 : exemple de cours de cœliochirurgie à l'Institut de Recherche contre les Cancers de l'Appareil Digestif (sur des cochons).**

a : l'ensemble des outils utilisés. b : on réalise le pneumopéritoine après avoir mis en place l'insufflateur. c : montre la disposition du praticien et des aides lors de l'opération[2].

Chaque outil est choisi en fonction des objectifs pédagogiques visés. Les séances de simulation peuvent être réalisées individuellement ou en groupe.



# **CHAPITRE 4- LA FORMATION EN COELIOCHIRURGIE**



La cœliochirurgie est une voie d'abord par vision interposée utilisant une caméra. Le chirurgien opère donc son patient en regardant un écran. Ceci implique une adaptation de la coordination oculomotrice, de l'orientation temporo-spatiale et une adaptation à de nouveaux instruments et donc de nouveaux gestes, ou plus précisément une nouvelle habileté chirurgicale.

L'apprentissage d'une intervention chirurgicale donnée par un chirurgien comporte classiquement 3 étapes : regarder et assister un chirurgien qualifié; la réaliser lui-même, assisté et aidé par un initié et enfin la réaliser seul, aidé d'un non initié [97]. Ce modèle pédagogique offre l'opportunité d'une transmission directe des savoir-faire, mais présente aussi des inconvénients comme la disparité de l'apprentissage selon les tuteurs, le caractère subjectif de l'évaluation des compétences et fait courir des risques aux patients [13].

La formation en cœliochirurgie impose donc un entraînement spécifique où la simulation paraît à l'heure actuelle une nécessité.

Cette formation doit comporter des entraînements visant à améliorer la coordination oculomotrice, les compétences techniques et l'acquisition d'une nouvelle gestuelle.

Les techniques chirurgicales restent identiques, l'abord cœlioscopique a ses spécificités qui doivent être enseignées non seulement en théorie mais aussi par visualisation de films didactiques.

## **1 - LES ENJEUX DE LA SIMULATION EN CŒLIOCHIRURGIE :**

Les enjeux de la simulation dans le domaine médical sont de divers ordres. Ils ont d'abord une dimension éthique résumée par la formule « jamais la première fois sur le patient ». Cet aspect est fondamental et justifie pratiquement à lui seul la généralisation de la simulation dans le domaine médical[15].

Un autre enjeu de forte actualité est pédagogique. Les nouvelles générations ne tolèrent plus les méthodes classiques d'enseignement, tant sur la forme que sur le fond. Ils ont à leur disposition des cours en ligne, souvent dispensés par les meilleurs enseignants de la discipline, accompagnés d'illustrations ou de films qui attirent vivement leur attention. La lecture des ouvrages se fait sur smartphone ou tablette. Cette évolution inéluctable ne doit pas faire penser que l'enseignant n'est plus utile. Son rôle est différent. Il devient un tuteur, un « orienteur » devant permettre aux étudiants ou « apprenants » de s'autoévaluer et d'apprendre à apprendre. Dans ce contexte, la formation des enseignants est indispensable [15].

Le troisième enjeu est celui de la sécurité des soins, des facteurs humains et du travail en équipe. Beaucoup d'évènements indésirables surviennent dans la pratique des professionnels de santé. Ils sont dus en particulier à des dysfonctionnements individuels ou d'équipe. La communication entre professionnels prend ici une place essentielle. La pratique du briefing-debriefing, éléments pivots de la simulation, devrait être généralisée au quotidien dans les services de soins. L'apprentissage des bases de la communication est notablement insuffisant chez les professionnels de santé et devrait faire l'objet de formations et d'évaluations régulières [15].

## **2- LES CRITÈRES DE CENTRES DE FORMATION DE COELIOCHIRURGIE [7]**

Les centres formateurs à la chirurgie par coelioscopie doivent posséder les critères d'agrément pour assurer la formation pratique souhaitée :

- posséder les moyens en matériel et équipement nécessaires, un personnel médical expérimenté et un recrutement suffisant en coelioscopie ;
- pouvoir répondre à l'évaluation statistique de mortalité-morbidité ;
- pouvoir permettre la discussion des indications thérapeutiques : réunion hebdomadaire de discussion des dossiers, bibliothèque, film vidéo, séances bibliographiques.

## **3- LES AXES DE LA FORMATION EN COELIOCHIRURGIE**

### **A-L'axe théorique**

L'axe théorique est basé sur des cours mais aussi sur la visualisation de films didactiques et a pour objectif la formation des chirurgiens aux principes de la coeliochirurgie.

#### ***A.1- L'installation du patient***

C'est un élément très important, permettant d'éviter les complications en raison de la longueur des procédures coeliochirurgicales (complications cutanées ou neuromusculaires) et d'obtenir une ergonomie parfaite.

Dans les indications de chirurgie sous-mésocolique et pelvienne, il est capital de placer les deux bras du patient le long de son corps ; d'une part pour faciliter le recul du chirurgien ou de son aide vers la tête du patient et d'autre

part justement pour éviter dans ce cas une élongation accidentelle du plexus brachial. Le patient est placé en décubitus dorsal à plat, jambes écartées [1].

Pour une chirurgie de l'étage sus-mésocolique, le patient est installé en décubitus dorsal, les cuisses modérément fléchies et écartées (position française) ou non [1].

Les épaulières sont systématiquement mises en place en cas de réalisation d'une position de Trendelenbourg. Le membre supérieur gauche est placé soit le long du corps, enroulé dans un pli de champs, soit en abduction. Le membre supérieur droit est placé en abduction à 70°.

L'opérateur peut alors se placer en fonction des habitudes ou du geste à réaliser soit entre les jambes du patient, soit sur le côté gauche[98].

### ***A.2- La réalisation du pneumopéritoine***

Le temps initial de toute cœlioscopie est la création du pneumopéritoine, temps opératoire qui a une morbi-mortalité non nulle [99].

L'apprenant doit connaître les techniques de réalisation du pneumopéritoine qui, en l'absence d'antécédent de laparotomie, sont au nombre de quatre [100]:

- 1- technique aveugle trans-ombilicale après création d'un pneumopéritoine à l'aiguille (de *Veress*) dite «fermée» ;
- 2- open cœlioscopie (à ciel ouvert) dite « ouverte » ;
- 3- abord en hypochondre gauche : pneumopéritoine et insertion du trocart (mini ou micro-cœlioscopie) ;
- 4- trocart direct trans-ombilical sans pneumopéritoine préalable.

### ***A.3- La maîtrise de l'instrumentation***

Il est important de connaître les différents instruments utilisés par cette technique chirurgicale et leurs fonctions utiles aux opérateurs : palpation, préhension, section, dissection, suture, destruction et hémostase.

### ***A.4- Les principes d'ergonomie[1]***

Afin d'améliorer son efficacité opératoire, le coeliochirurgien doit suivre certaines règles :

✓ mettre toutes les informations et que les informations nécessaires sur l'écran :

il faut donc enlever de l'écran la partie du champ opératoire inutile et ne garder que les structures anatomiques opérées et les instruments utilisés sur le moment ; cela permet de se concentrer sur une étape de l'intervention et de virtualiser ainsi les difficultés [1].

✓ utiliser ses deux mains :

la coeliochirurgie moderne a étendu les indications opératoires et impose la technique utilisant les deux mains. L'avantage majeur tient dans l'action concomitante et successive de deux outils. Cependant il faut, pour des raisons d'efficacité et de sécurité, que le coelioscopiste apprenne à garder en vue ses instruments afin de prévenir les complications [1].

✓ optimiser l'utilisation des trocars :

D'une part en plaçant autant de trocars que de mains disponibles (en général, le trocart optique et trois trocars opérateurs) ; et d'autre part en ne condamnant pas de trocart opérateur pour l'écartement fixe des organes [1].

✓ adopter une position ergonomique :

En règle générale, un muscle s'épuise rapidement lorsqu'il est utilisé à plus de 50 % de son amplitude d'action. Selon ce principe, il est donc préférable de travailler autant que possible les coudes le plus proches du corps et les bras à l'horizontale ou vers le bas pour soulager les muscles de l'épaule, en particulier lors des coeliochirurgies longues. Pour ce faire, il est plus aisé à un opérateur de travailler en coeliochirurgie en abaissant la table d'opération [1].

✓ ne pas utiliser de manière excessive le lavage :

Ceci entraîne souvent des inconvénients comme la perte de l'exposition, la perte du plan anatomique du fait d'une infiltration des tissus par l'eau (œdème), la perte de l'efficacité énergétique et finalement une perte de temps [1].

#### ***A.5 - Les contre-indications à la coeliochirurgie[98]***

✓ **Les contre-indications absolues**

+ L'hypertension intra crânienne : que ce soit dans le cadre d'une pathologie tumorale, d'une hydrocéphalie ou dans un contexte traumatique ;

+ les antécédents de pneumothorax spontané et surtout la présence d'un emphysème bulleux : l'hyperpression dans

les voies aériennes qui accompagne le pneumopéritoine peut entraîner un pneumothorax chez ces patients ;

+ les états de choc non compensés : choc hypovolémique dans le contexte de la pathologie traumatique hémorragique ou toxi-infectieuse ;

+ le glaucome ;

+ la présence d'une dérivation ventriculo-péritonéale.

✓ **Les contre-indications relatives**

D'autres situations moins tranchées, autorisent la cœliochirurgie en s'entourant de précautions :

+ les patients décompensés, ou présentant une cardiopathie susceptible de se compenser au cours d'une intervention requièrent une surveillance hémodynamique spécifique ;

+ les insuffisants respiratoires chroniques (par broncho-pneumopathies obstructives ou asthme).

***A.6 - Les différentes complications cœliochirurgicales leur prévention et leur gestion***

L'apprenant doit connaître les différentes complications liées à la cœliochirurgie, comment les éviter et comment les prendre en charge.

❖ Les complications médicales

*a- L'embolie gazeuse :*

Cette complication est le plus souvent en rapport avec une insufflation de dioxyde de carbone directement en intravasculaire. Cet accident peut également survenir après une section d'une grosse veine. Un réglage adéquat (12 mm Hg)

de la pression d'insufflation prévient en partie ce phénomène. Le diagnostic repose sur la capnographie, qui montre une baisse du CO<sub>2</sub> télé- expiratoire et l'auscultation cardiaque avec le classique " bruit de rouet ". Une désaturation et une hypotension surviennent rapidement. Le traitement spécifique comprend bien sûr l'arrêt de l'insufflation et l'exsufflation et la mise du patient décubitus latéral gauche et en position de Trendelenburg afin de déplacer la bulle intracardiaque de CO<sub>2</sub>[101].

*b- Les perturbations métaboliques :*

- L'hypoxie est due à plusieurs facteurs responsables d'une inadéquation entre ventilation et perfusion, essentiellement la diminution du jeu diaphragmatique par le pneumopéritoine, éventuellement majorée par la position de Trendelenburg. Cette anomalie est généralement facile à contrôler par une adaptation du respirateur[102].
- L'hypercapnie est secondaire à la réabsorption du dioxyde de carbone par le système vasculaire en raison du gradient de pression. Elle peut entraîner une tachycardie ou une hypertension artérielle. Par ailleurs, le dioxyde de carbone peut être stocké dans les tissus. La prévention et le traitement de l'hypercapnie reposent sur la surveillance continue de la capnographie. Le CO<sub>2</sub>télé-expiratoire doit être maintenu entre 35 et 45 mm Hg, ce qui assure généralement une PaCO<sub>2</sub> inférieure ou égale à 50 mmHg. En cas d'hypercapnie, il faut accompagner l'augmentation de la fréquence respiratoire d'une exsufflation temporaire[102].

*c- Le risque thrombo-embolique :*

Le flux de retour veineux des membres inférieurs est considérablement réduit par l'insufflation, ainsi que par la position de Trendelenbourg [103,104]. Cependant, une prophylaxie par les héparines de bas poids moléculaire, si possible poursuivie après la sortie du patient et ceci d'autant plus que le séjour a été court et l'emploi peropératoire de bas pneumatiques de compression intermittente ainsi que l'exsufflation peropératoire périodique est recommandée[105,106].

*d- Les autres complications :*

- L'emphysème sous cutané :est généralement sans gravité, mais peut s'accompagner de pneumothorax ou de pneumomédiastin. Son traitement repose sur l'arrêt de l'insufflation [98].
- Le pneumothorax :il s'agit d'une complication non exceptionnelle et doit être recherchée systématiquement devant tout emphysème sous cutané abdominal ; thoracique ou cervical.  
Son traitement repose sur l'arrêt temporaire de l'insufflation et un drainage thoracique qui sera arrêté dès le retour du poumon à la paroi[98].
- Le pneumomédiastin.

❖ Les complications techniques

Ces complications peropératoires sont essentiellement les plaies vasculaires et les plaies viscérales.

### **a- Les plaies vasculaires**

Les plaies vasculaires sont des incidents fréquents, notamment en début d'expérience. Elles sont à l'origine d'un pourcentage important de conversions et souvent responsables de transfusions sanguines. Si une fois le vaisseau atteint identifié et pincé, une suture ou la pose d'un clip par laparoscopie semble faisable, il est tout à fait légitime de ne pas convertir [107].

### **b- Les plaies viscérales**

Elles peuvent survenir lors de la chirurgie laparoscopique trans-péritonéale ou rétro-péritonéale. Les mécanismes sont soit la section directe (tentative de libération d'adhérences par exemple), soit le traumatisme par un écarteur (ponction, pincement), soit encore une plaie retardée par traumatisme électrique (contact avec un instrument coagulant hors du champ visuel, défaut d'isolation) qui représente environ 50% des étiologies[108]. Quand elles sont méconnues en peropératoire, elles sont le plus souvent de révélation tardive. Les plus graves concernent les viscères creux, essentiellement l'intestin, mais aussi l'arbre urinaire (vessie, uretère) ou encore des viscères pleins (rate, rein, foie, pancréas)[107,108,109,110]. Quand elles sont immédiatement reconnues, la réparation peut être envisagée par voie laparoscopique ou par conversion [109,110,111].

### **c- Le problème d'hypothermie**

La déperdition thermique est majorée par l'utilisation de quantités importantes de liquide de lavage si ce dernier n'est pas amené à la température de 37°C.

Il est donc nécessaire de monitorer la température corporelle des patients en peropératoire [98].

- d- L'élongation accidentelle du plexus brachial dans les indications de chirurgie sous méso-colique et pelvienne, qu'on peut éviter en plaçant les deux bras du patient le long de son corps[1].
- e- La coagulation mono-polaire expose le patient aux risques de brûlures thermiques.

- ❖ Les complications post-opératoires spécifiques

- La douleur de l'épaule est une complication post-opératoire fréquente, apparemment due à l'irritation du péritoine des coupes diaphragmatiques par le dioxyde de carbone. Elle est prévenue par une exsufflation la plus complète possible [107].
- Les éventrations sur site de trocart sont rares, y compris chez les patients obèses. La prévention repose sur la fermeture des orifices de trocarts [107,112].
- Les abcès de paroi sont rares.

### ***A.7 - Les aspects médico-légaux de la cœliochirurgie [113]***

La cœliochirurgie génère des dangers particuliers, parfois mortels, conduisant à la notion de risque spécial, qui apparaît inacceptable pour une technologie réputée élégante et simple, d'autant plus chez un sujet opéré pour une pathologie bénigne. Ce qui explique le nombre de litiges et la sévérité des jugements rendus, notamment en action pénale. La pratique d'une chirurgie laparoscopique exige une obligation de moyens avec un plateau technique tant chirurgical qu'anesthésique adapté à l'évolution de cette technique. Toute défaillance à ce niveau fait augmenter les risques médico-légaux de la chirurgie laparoscopique.

C'est pour ces raisons que l'apprenant doit s'informer des risques médico-légaux en rapport avec cette technique chirurgicale et des moyens de leur prévention [113].

#### ❖ **L'obligation de moyens [113]**

La pratique de la cœliochirurgie exige une adaptation chirurgicale et anesthésique à l'évolution de cette technique, répondant aux conditions suivantes :

- un bon contrôle du matériel, tout en sachant que, même s'il est effectué par le personnel infirmier, il reste sous la responsabilité du médecin. De ce fait, il faut s'entourer d'une équipe compétente et ayant les moyens de l'être (formation continue) ;

- une amélioration du matériel de cœlioscopie, en utilisant un insufflateur électronique avec autocontrôle ;

- une amélioration du matériel opératoire, avec l'abandon de la coagulation mono-polaire au profit de la coagulation bipolaire ou de la thermo-coagulation ;

- le respect des règles de sécurité ;

- la formation personnelle de chaque chirurgien.

#### ❖ **Les risques médico-légaux de la cœliochirurgie [113]**

Les engagements de la responsabilité des cœlioscopistes portent sur les conséquences d'un oubli, d'un défaut de matériel ou de son utilisation inadéquate. Ces engagements peuvent porter aussi sur les conséquences d'une insuffisance du pneumopéritoine favorisant des brûlures digestives, du non-respect des tests de sécurité, de l'utilisation inadéquate d'un courant monopolaire, d'un environnement anesthésique et d'une technique de surveillance insuffisante. Aussi, l'information du patient, qui doit être beaucoup plus complète en cas d'antécédents de laparotomie et la surveillance post-opératoire

pour dépister d'éventuelles complications, sont des situations qui ont sur le plan médico-légal une importance non négligeable.

❖ **Attitude préventive:**

Désigné pour trancher dans une affaire de responsabilité médicale en matière de coeliochirurgie, l'expert nommé se basera sur trois points essentiels du dossier du malade : l'information préalable, l'obtention du consentement et le compte rendu opératoire. La maîtrise de ces éléments par l'apprenant est donc très importante pour la prévention des risques médico-légaux suite à la pratique de cette technique [113].

○ L'information du malade

Depuis l'avènement de la coeliochirurgie, les procès mettant en cause la responsabilité du chirurgien ont augmenté. Un des faits les plus souvent reproché est le manque ou l'absence d'information. L'obligation d'information du patient fait partie de la responsabilité contractuelle du médecin établie en 1936 en France [114] et en 1946 au Maroc[113].

Ce devoir s'applique non seulement aux actes médicaux mais à tout examen ou conseil médical. Cette information doit être loyale (sans mentir, sans rien cacher), claire (non technique) et appropriée (adaptée à l'état de santé, aux soins proposés, à la personnalité du patient et à sa compréhension). Elle doit porter sur les risques de complications prévisibles ou normalement envisageables [113].

L'information doit porter sur l'état de santé du patient, l'acte et les investigations que l'on conseille, leurs justifications et leurs résultats, la nature des soins et des actes médicaux qu'il lui propose, les alternatives thérapeutiques, leurs coûts, leurs effets indésirables, leurs conséquences prévisibles immédiates

et à long terme (prévisibles ou possibles, distinctes du risque lui-même), leurs complications éventuelles, les séquelles, les complications éventuelles et le pronostic (évolution prévisible). Le chirurgien doit aussi expliquer, en post-opératoire, le geste effectué et les difficultés éventuellement rencontrées[113].

- Le consentement éclairé

Le consentement est recueilli auprès de l'intéressé lui-même. Il est dit libre (non entaché d'erreur ou de violence) et éclairé (obtenu après une information claire, simple, intelligible et loyale du patient).

L'information préalablement donnée induit l'acceptation du risque par le patient, de sorte qu'il ne devrait plus se plaindre si celui-ci se réalise[113].

- Le compte rendu opératoire

Le troisième point essentiel qui joue un rôle important en cas de poursuite judiciaire est la rédaction du compte rendu opératoire.

Le compte rendu opératoire doit être un document sincère, descriptif, précis, concis et reproductible qui doit être rédigé et signé par le chirurgien avec le plus grand soin après une relecture attentive.

Les renseignements médicaux doivent comporter une brève description de l'état pathologique et les raisons du choix de la technique cœlioscopique ; la méthode de constitution du pneumopéritoine ; le lieu de ponction avec l'aiguille de Palmer-Veress ; les gestes entrepris pour vérifier la bonne position intra-péritonéale de l'aiguille ; l'injection du gaz carbonique en mentionnant certes le débit, mais mieux la pression intra-péritonéale obtenue lors de la mise en place des trocars, la description de la mise en place des trocars avec leurs lieux d'insertion et leurs types ; la vérification de leur bonne position ; de l'absence de

lésion intra-péritonéale consécutive à leur introduction ; la description des lésions rencontrées ; de la technique opératoire en citant les instruments utilisés, les actes réalisés, les difficultés éventuelles et les incidents s'il y en a, sans omettre de mentionner le matériel prothétique utilisé, les fils, les drains, la durée de l'intervention, la cessation du pneumopéritoine l'exsufflation et le type de fermeture des points de ponction avec le fil utilisé [113].

### **B-L'axe pratique**

La cœliochirurgie est fondée avant tout sur des techniques vidéo, ce qui permet aux débutants d'avoir la même vision opératoire que le chirurgien principal et la possibilité d'enregistrer toutes les procédures effectuées. C'est pourquoi l'étudiant doit avoir l'opportunité d'analyser en détail, de décrire et de mémoriser chaque étape de l'intervention [115].

Toutes ces étapes de l'opération doivent être bien comprises avant d'effectuer une véritable intervention sur un patient.

La formation pratique en cœliochirurgie, grâce à la simulation, a donc pour but de familiariser l'apprenant à son nouvel environnement et lui permet de :

- découvrir les spécificités et les outils de la cœliochirurgie ;
- s'entraîner à la gestuelle de base et améliorer les compétences techniques :
  - la manipulation des instruments ;
  - la maîtrise des gestes de base simples et complexes ;
  - l'amélioration de la coordination oculomotrice et de l'orientation temporo-spatiale ;
  - le respect des tissus ;
  - le raccourcissement du temps d'exécution.

- S’habituer aux contraintes de la cœliochirurgie [1] :
  - La contrainte de paroi fermée : qui oblige le chirurgien à intervenir sur les tissus au travers des trocars et effectue donc un transfert permanent de force et d’énergie de l’extérieur vers l’intérieur de la cavité abdominale.
  - La contrainte de vision limitée : qui est à la fois un avantage important permettant au chirurgien de visualiser directement et clairement le champ d’action, mais représente également la principale source de complications, puisque du même coup, le cœliochirurgien perd le contrôle de l’espace situé entre son œil endoscopique (virtuel) et son œil réel, conduisant à deux sortes d’accidents :
    - des instruments peuvent être laissés sans contrôle visuel dans la cavité et être responsables d’actions non désirées ;
    - lors de l’utilisation de l’énergie mono-polaire, cette vue limitée peut être responsable de couplages directs entraînant des brûlures inaperçues.
  - La contrainte de manipulation (trocars) : lors de la manipulation de ses instruments à travers la paroi abdominale, le cœliochirurgien doit lutter en permanence contre le point fixe pariétal. Ce point fixe est responsable de la limitation des angles d’attaque des tissus et de la présence d’un point de force important.

Par ailleurs, la fixité du trocart empêche le chirurgien de reproduire les mouvements complexes de la main.

- L'orientation sur un écran deux dimensions (2D) .
- La diminution de la sensation tactile.

#### **4-LE DÉROULEMENT D'UNE SÉANCE DE SIMULATION**

Une séance de simulation se compose de trois temps : l'accueil des participants et la présentation du déroulement de la session, la mise en situation et debriefing. Le temps le plus important est le debriefing. Durant ce temps, les instructeurs font d'abord verbaliser le vécu et les émotions des apprenants, puis mènent une analyse des faits observés durant la session et réalisent enfin une synthèse [13].

Le debriefing peut être mené selon la méthode proposée par Rudolph et al. qui consiste à analyser les actions observées lors de la séance de simulation pour comprendre les décisions prises par les apprenants lors de la mise en situation [116]. Les décisions adaptées bénéficient d'un renforcement positif et les décisions inadaptées sont analysées pour comprendre les causes d'erreurs. Ces dernières sont corrigées par les formateurs au moyen de rappels théoriques, techniques ou managériaux [13].

Selon le modèle d'induction du changement de Lewin en trois temps ;ce travail permettrait de « déverrouiller » des connaissances fausses ou incomplètes, de les corriger ou de les compléter puis d'assurer le « verrouillage » des nouvelles connaissances [117]. Cette pratique serait en mesure d'optimiser la représentation mentale de la situation simulée pour tous les étudiants et

devrait ainsi améliorer leurs performances dans une future situation clinique similaire [13].

Les erreurs commises lors d'un entraînement par simulation sont sans conséquence pour un patient et permettent d'induire une démarche réflexive sur la pratique des soins [13].

Les formateurs sont des experts de la discipline, le plus souvent des médecins seniors, qui ont souvent suivi des formations à la pédagogie par la simulation [9].

## **5 - LES APPORTS DE LA SIMULATION EN COELIOCHIRURGIE**

Pour être reconnue et validée, une méthode d'enseignement par simulation doit être évaluée. Pour cette raison, de nombreuses études se sont intéressées aux bénéfices de la simulation.

En 2008, il a été proposé aux étudiants de chirurgie à l'école de chirurgie de Paris un nouveau programme de perfectionnement à la coeliochirurgie utilisant le pelvitainer. Ce programme a été évalué après plusieurs séances comportant des exercices de difficulté progressive et qui a conclu que l'ensemble des jeunes internes a progressé à l'aide de cette formation, aussi bien pour la maîtrise de la gestuelle que du temps d'exécution [118].

Une étude prospective comparative au sein du centre hospitalier universitaire de Saint-Etienne, dans le service de gynécologie obstétrique a été réalisée de mai 2010 à février 2011.

Les participants étaient répartis en deux groupes :

- le groupe témoin, composé de six chirurgiens expérimentés, réalisant régulièrement des interventions laparoscopiques ;

- le groupe des résidents de gynécologie obstétrique qui étaient au nombre de dix.

Les dix opérateurs juniors ont été évalués après entraînements individuels et répétés sur laparotrainer, puis comparés au groupe témoin qui n'avait pas réalisé de séances d'entraînements.

A la fin de cette étude, il n'existait pas de différence significative entre les temps de l'évaluation des résidents et ceux des séniors et donc l'entraînement sur laparotrainer a permis aux jeunes chirurgiens de réduire le temps de réalisation des tâches, mais également d'améliorer l'utilisation de la main non dominante, d'acquérir une plus grande confiance en soi et de l'aisance en coeliochirurgie [119].

Aux États Unis, une étude prospective a été réalisée dans le département de chirurgie du centre médical universitaire de Durham en Caroline du Nord et celui de Gainesville en Floride, avec la participation d'étudiants volontaires en quatrième année d'études médicales et de résidents en chirurgie.

Les candidats ont été formés et supervisés pendant six mois sur des simulateurs de réalité virtuelle et des laparotainers.

Un entraînement sur modèle porcin vivant a été programmé avant le début de la formation et au bout de 2 à 6 mois après entraînements sur des séries d'exercices laparoscopiques.

Le programme de formation et d'évaluation était focalisé sur les compétences, la manipulation d'instruments, le positionnement d'objets, la dissection, la ligature, la suture et le nouage.

Cette étude a démontré qu'une formation par simulateurs laparoscopiques permet :

- d'améliorer les compétences en cœliochirurgie chez les novices et ce, pour les deux types de simulateurs utilisés ;
- de standardiser l'évaluation des compétences chirurgicales ;
- de développer et de tester les compétences techniques, cognitives et médicales des apprenants dans un environnement virtuel sécurisé ;
- d'améliorer le curriculum pour une meilleure formation des résidents en chirurgie, afin de maximiser leur efficacité et leur efficacité, en optimisant les courbes d'apprentissage ;
- de démontrer l'efficacité des entraînements sur des exercices de simulation de difficulté croissante ;
- de minimiser les coûts d'hospitalisation et d'assurer la sécurité des patients [120].

Le conseil d'examen institutionnel du centre médical universitaire de la Colombie a effectué une étude utilisant un simulateur de réalité virtuelle (LapSim).

Le but principal de cette étude était d'établir une courbe d'apprentissage aux participants, qui étaient tous des étudiants en médecine n'ayant aucune expérience avec le simulateur utilisé.

A la fin de cette étude, il a été démontré que cette méthode d'apprentissage a permis :

- d'élaborer une courbe d'apprentissage ;
- la répétition des gestes, ce qui permet à l'apprenant de maîtriser la dextérité manuelle nécessaire pour accomplir une tâche ;

- de noter de manière objective l'exécution des tâches, avec l'avantage d'enregistrer la performance et l'amélioration individuelle des participants ;
- la détermination des compétences et l'évaluation des apprenants [121].

Une autre étude réalisée à l'école de chirurgie de l'assistance publique-hôpitaux de Paris, sur la néphrectomie partielle laparoscopique sur modèle porcin, faite par un interne d'urologie en fin de formation, a objectivé une réduction importante et considérable de la courbe d'apprentissage [122].

Du 1<sup>er</sup> septembre 2008 au 31 mars 2013, une étude prospective a connu la participation de 60 résidents de la spécialité gynécologique à la faculté de médecine à l'université Ege en Turquie.

Les participants n'avaient aucune expérience avec le simulateur de réalité virtuelle utilisé (LapSim) ou le laparotrainer et étaient répartis comme suit :

- le groupe témoin, représenté par 20 résidents séniors ( 5 ans d'études en spécialité gynécologique) ayant une expérience antérieure avec des opérations laparoscopiques simples.
- Le reste des participants (40 résidents de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année de spécialité gynécologique) n'avait aucune expérience laparoscopique antérieure et était répartis en deux groupes, l'un utilisant le laparotrainer et l'autre le simulateur de réalité virtuelle (LapSim).

A la fin de cette étude, il a été démontré qu'il n'y avait pas de différence entre le groupe utilisant le laparotrainer et celui qui a utilisé le simulateur par réalité virtuelle en ce qui concerne le score total et le temps opératoire.

Toutefois, ces deux groupes ont montré une nette amélioration par rapport au groupe témoin concernant le score total, le temps opératoire ( qui a été raccourci), la rapidité des gestes, la confiance en mouvements, la maîtrise du matériel et le respect des tissus.

En conclusion, cette étude a prouvé que la simulation par réalité virtuelle et le laparotrainer sont plus efficaces par rapport aux méthodes classiques d'apprentissage en cœliochirurgie[123].



**Figure 56: le simulateur de réalité virtuelle « LapSim » [123].**

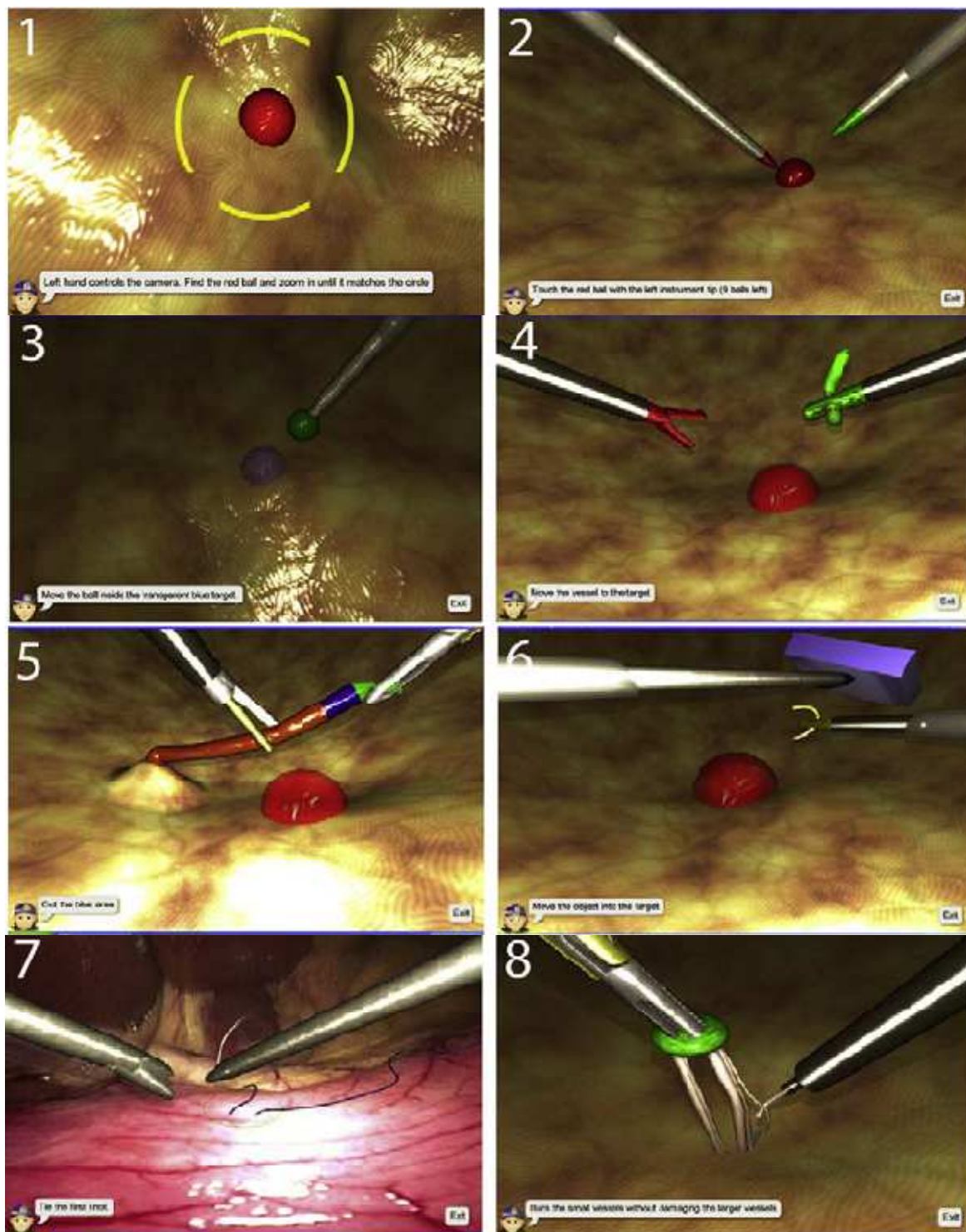
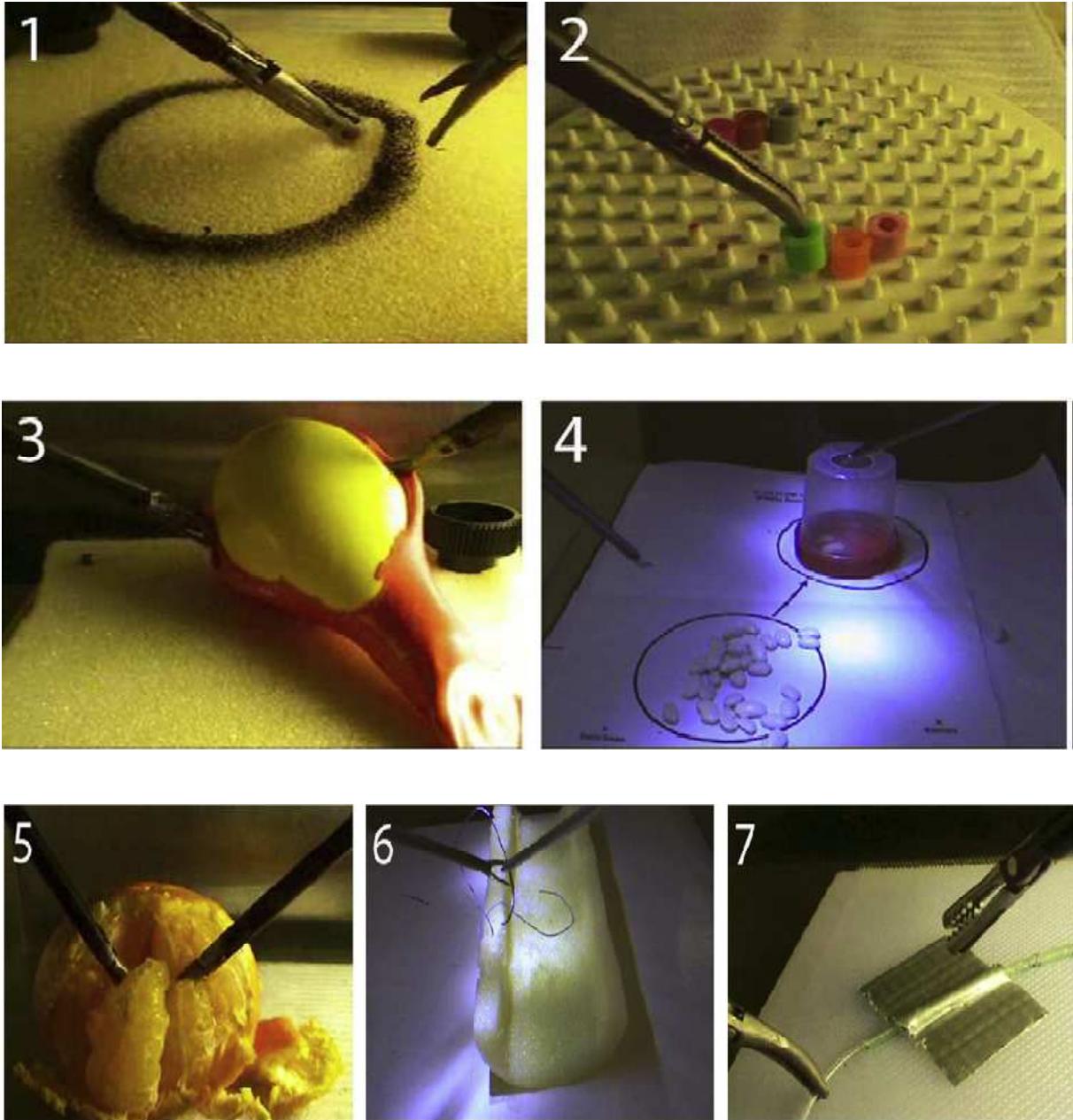


Figure 57 : les 8 tâches réalisées sur LapSim :

tâche 1 : navigation dans la caméra ; tâche 2 : navigation de l'instrument ; tâche 3 : coordination ; tâche 4 : saisir ; tâche 5 : couper ; tâche 6 : soulever et saisir ; tâche 7 : suture ; tâche 8 : dissection[123].



**Figure 58 : le laparotrainer avec des trocarts. Le côté droit du laparotrainer a été laissé ouvert pour permettre aux outils d'entraînement d'être placés à l'intérieur[123].**



**Figure 59 : les 7 tâches réalisées sur laparotrainer :**

tâche 1 : découper un cercle dessiné sur une éponge ; tâche 2 : déplacer les piquets sur une planche ; tâche 3 : simuler une énucléation de kyste ovarien ; tâche 4 : saisir et lancer des haricots dans une petite boîte ; tâche 5 : éplucher une mandarine ; tâche 6 : suturer ; tâche 7 : introduire un cathéter péridural dans un tube[123].

Une analyse prospective menée au centre hospitalier universitaire de Nice en 2013 a permis de noter une progression des internes, tant sur le plan objectif que subjectif dans la réalisation de certains gestes techniques .Elle a permis aussi de conclure que la généralisation des programmes de simulation dans la formation des apprenants permettrait l'évaluation objective de leurs compétences et l'élaborations des courbes d'apprentissage, tout en évitant l'exposition des patients à un sur-risque de morbidité [123].

En plus des études effectuées pour déterminer les bienfaits de la simulation en coeliochirurgie, plusieurs enquêtes de satisfaction ont été menées pour évaluer l'adéquation entre ce type d'enseignement et les attentes des apprenants .

Un travail longitudinal prospectif a été réalisé au CICE (le Centre International de Chirurgie Endoscopique de Clermont-Ferrand) en France, avec la participation de 306 résidents en gynécologie obstétrique, issus de différents centres hospitaliers universitaires ( CHU) ; et ce, entre janvier 2006 et décembre 2010 .

Cette étude avait comme objectif d'évaluer la satisfaction des participants à une formation structurée à la coeliochirurgie, qui associe un enseignement théorique et pratique comprenant des entraînements sur laparotrainer et sur modèle porcin.

Effectivement, les résidents ont été satisfaits de ce type de formation ( ce stage avait répondu aux attentes de 95% des participants et 85% estiment que leur confiance en coeliochirurgie est meilleure)[124].

En février 2013, une autre enquête a été réalisée, évaluant la satisfaction vis-à-vis de l'utilisation de simulateurs dans la formation chirurgicale.

Un questionnaire a été envoyé aux résidents et à tous les professeurs et maîtres des conférences universitaires de gynécologie obstétrique des 29 centres hospitaliers universitaires français.

Les résidents ont jugé les simulateurs très utiles pour la formation chirurgicale, et les enseignants ont été favorables à une utilisation obligatoire à l'avenir pour la formation [125].

Toutes ces études réalisées objectivent donc le rôle important que joue la simulation dans l'apprentissage de la cœliochirurgie.

Il s'est avéré que cette technique permet :

- ✓ l'amélioration des compétences techniques, et donc de la confiance en mouvements des apprenants, et ce, grâce à la possibilité d'effectuer des exercices de difficulté croissante, commençant par les gestes élémentaires les plus simples aux tâches plus complexes et donc l'amélioration de la coordination oculomotrice, de la précision ( les tissus sont plus respectés) et de la rapidité des gestes. Ce type d'exercices a également pour but de permettre l'acquisition progressive d'automatisme, d'appréhender l'ergonomie particulière de l'environnement opératoire, la vision en deux dimensions, la limitation des mouvements et la diminution de la sensation tactile [126].
- ✓ L'avantage d'observer et de répéter les exercices jusqu'à leur maîtrise et la réalisation de procédures complètes, ce qui représente des éléments clés dans la progression en cœliochirurgie.
- ✓ L'élaboration et le raccourcissement de la courbe d'apprentissage des apprenants : le processus d'apprentissage est accéléré et les

étudiants sont formés plus rapidement par rapport aux méthodes classiques.

- ✓ L'évaluation objective prospective et individuelle : la simulation représente une méthode très fiable d'évaluation. Les enseignants qui supervisent et encadrent les apprenants ont la possibilité d'évaluer les gestes, de suivre leur évolution et de corriger les erreurs grâce au debriefing, qui représente l'étape la plus importante d'une séance de simulation.
- ✓ La sécurité du patient : l'entraînement loin du patient garantit sa sécurité et le respect des principes éthiques.

La simulation arrive donc au bon moment dans un contexte actuel d'exigences éthiques et de « renouvellement » pédagogique. Le développement de simulateurs réalistes et parfois très sophistiqués, de la simulation numérique, font que cette méthode répond aujourd'hui en grande partie aux besoins de formation exprimés par les futurs (et même actuels) professionnels. Cet enthousiasme certain ne doit pas faire oublier certaines règles fondamentales : la formation des formateurs est indispensable, les bonnes pratiques doivent être appliquées de façon rigoureuse et surtout, les principes éthiques toujours respectés [15].

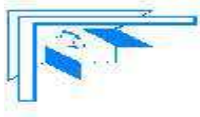


## CONCLUSION



La simulation est une méthode pédagogique qui permet, grâce à la mise en situation, l'amélioration des compétences techniques et cognitives des praticiens et l'entraînement dans un milieu sécurisé.

Le diplôme universitaire de coeliochirurgie de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat donne donc aux apprenants l'opportunité de bénéficier des avantages nombreux de cette méthode d'apprentissage.



# RESUMES



## RESUME

**Titre** : L'apprentissage de la chirurgie par simulation, expérience du diplôme universitaire de cœliochirurgie de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat.

**Auteur** : SOUNI BEN JAMAA Ghizlane

**Mots clés** : Apprentissage – Cœliochirurgie – Simulation .

La cœliochirurgie est une approche chirurgicale moderne mini-invasive qui offre de nombreux avantages par rapport à la laparotomie.

L'apprentissage classique de cette technique basé sur l'observation et le compagnonnage au bloc opératoire nécessite une longue période d'apprentissage et ne permet pas d'avoir une formation adéquate et une évaluation objective des compétences, et surtout, pose des problèmes éthiques, voir médico-légaux. D'où la simulation, qui est une méthode pédagogique basée sur la mise en situation et complétant les méthodes classiques d'apprentissage.

Plusieurs études ont objectivé les nombreux avantages de la simulation. Celle-ci qui permet non seulement le raccourcissement des courbes d'apprentissage et l'amélioration des compétences techniques (maîtrise du matériel et de la gestuelle de base ; respect des tissus ; diminution du temps d'exécution ; confiance en mouvements ;...), mais également la standardisation de l'évaluation et l'entraînement dans un milieu sécurisé sans patient.

L'utilisation donc de simulateurs dans ce domaine apparait comme une solution prometteuse pour la formation instrumentale des praticiens et l'évaluation de leurs compétences.

A travers ce travail, nous avons présenté le concept du Diplôme Universitaire de cœliochirurgie de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat, qui offre aux apprenants un entraînement à la fois théorique et pratique par la mise en situation, à l'aide de différents types de simulateurs et d'exercices de difficulté croissante.

## ABSTRACT

**Titre:** Simulation surgery learning, experience of the university diploma of laparoscopic surgery of the faculty of medicine and pharmacy of Rabat

**Author:** SOUNI BEN JAMAA Ghizlane

**Key words:** learning - laparoscopy-simulation.

Laparoscopy is a minimally invasive modern surgical approach that offers many advantages over laparotomy.

The classical learning of this technique based on observation and companionship in the operating room requires a long period of learning and does not allow to have adequate training and an objective assessment of skills, and above all, poses ethical and medico-legal problems. Simulation is an educational technique that allows the interactive performance of the trainee in an environment that recreates or replicates a real-world clinical scenario and complementing the traditional methods of learning.

Several studies have shown the many benefits of simulation. That allows not only the shortening of learning curves and the improvement of technical skills (mastery of the material and the basic gestures, respect of the tissues, reduction of the execution time, confidence in movements ...) but also the standardization of assessment and training in a safe environment without a patient.

The use of simulators in this area therefore appears as a promising solution for the instrumental training of practitioners and the evaluation of their skills.

Through this work, we presented the concept of the university diploma of laparoscopic surgery of the faculty of medicine and pharmacy of Rabat, which offers to the learners a theoretical and practical training, using different types of simulators and exercises of increasing difficulty.

## ملخص

العنوان: تعلم الجراحة بالمحاكاة، خبرة الدبلوم الجامعي للجراحة بالمنظار لكلية الطب والصيدلة بالرباط

الكاتبة : السني بن جامع غزلان

الكلمات الأساسية: التعلم - الجراحة بالمنظار - المحاكاة.

تنظير البطن هو جراحة حديثة مصغرة تمنح الكثير من المزايا بالمقارنة مع تقنية فتح البطن.

إن التعلم الكلاسيكي لهذه التقنية الذي يعتمد على الملاحظة والرفقة في غرفة العمليات يتطلب فترة تعلم طويلة ولا يسمح بتلقي التدريب الكافي والتقييم الموضوعي للكفاءات، ولا سيما، يطرح مشاكل أخلاقية وقانونية، مما أدى إلى ظهور طريقة جديدة للتدريس تكمل أساليب التعلم التقليدية وهي «المحاكاة».

وقد اهتمت العديد من الدراسات بفوائد التعلم بالمحاكاة، فه تمكن ليس فقط من تقليص منحنيات التعلم وتحسين المهارات التقنية للمتدربين(التمرس على تقنيات الجراحة بالمنظار والتعود على استعمال المعدات الخاصة بها، احترام الأنسجة والتقليص من مدة التنفيذ، اكتساب الثقة في النفس...) ولكن أيضا إمكانية التقييم الموضوعي للمتدربين والتدريب في بيئة آمنة دون مريض.

ولذلك يبدو استخدام المحاكاة في هذا المجال بمثابة حل واعد للتدريب الفعال للممارسين وتقييم مهاراتهم.

من خلال هذا العمل، قدمنا مفهوم الشهادة الجامعية للجراحة بالمنظار لكلية الطب والصيدلة في الرباط، والتي تقدم للمتعلمين تدريبا نظريا وتطبيقيا بالاعتماد على المحاكاة، وذلك باستخدام أنواع مختلفة من وسائلها وتمارين بصعوبة متزايدة.



# RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE



- [1] Botchorishvili R, Velemir L, Wattiez A, Tran X, Bolandard F, Rabischong B, Jardon K, Pouly J-L, Mage G, Canis M. Cœlioscopie et cœliochirurgie : principes généraux et instrumentation. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Gynécologie, 2007 ; 41-515-A.
- [2] Clément Forest. Simulation de chirurgie par cœlioscopie : contributions à l'étude de la découpe volumique, au retour d'effort et à la modélisation des vaisseaux sanguins. Thèse pour l'obtention du doctorat de l'École Polytechnique de Paris, 2003, N ° 69.
- [3] Crochet P, Aggarwal R, Berdah S, Yaribakht S, Boubli L, Gamera M, Agostini A. *Utilisation des simulateurs pour former les internes de chirurgie gynécologique en France : un état des lieux en 2013*. Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction 2014 ; 43 : 379-386.
- [4] Ruimark Creazzola SILVEIRA. Modélisation et conception d'un nouveau simulateur d'accouchement (BIRTHSIM) pour l'entraînement et l'enseignement des jeunes obstétriciens et des sages-femmes. Thèse pour l'obtention du doctorat de l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2004, N° 2004ISAL0089.
- [5] Beyer-Berjot L, MD, Palter V, MD, Ph.D., Grantcharov T, MD, Ph.D., Aggarwal R, MD, Ph D, MA, FRCS. *Advanced training in laparoscopic abdominal surgery: A systematic review*. Surgery 2014; 156:676-88.
- [6] Bréauda J, Chevallier D, Benizri E, Fournier J.-P., Carles M, Delotte J, Venissac N, Myx A, Ianelli A, Levraut J, Jones D, Benchimol D. Intégration de la simulation dans la formation des internes en chirurgie. Programme pédagogique du centre de simulation médicale de la faculté de médecine de Nice. Journal de Chirurgie Viscérale 2012 ; 149 : 55-63.
- [7] Fatima LAHLALI. La part de la cœliochirurgie dans un service de chirurgie viscérale et digestive. Thèse de médecine, Faculté de médecine et de pharmacie de Rabat, Université Mohammed 5, 2009, N° 23.
- [8] Lacombe.P. *Cœliochirurgie et vidéo*. Le cahier technique. 1996 ; 102 :15-31.

- [9] Cadiere.GB, Leroy.J. *Principes généraux de la chirurgie laparoscopique*. EMC. 1999 ; 40050 :1-9.
- [10] Bijan Ghavami. *La chirurgie cœlioscopique: possibilités actuelle*. Revue médicale de la suisse romande.1993 ; 113 : 599-602.
- [11] Gauci MO. Chirurgie en 2025 : quelle formation et quel avenir pour les jeunes chirurgiens. E Memoires Acad Natl Chir. 2015; 14(3):11-3.
- [12] Chung RS, Ahmed N. The impact of minimally invasive surgery on resident's open operative experience: analysis of two decades of national data. *Ann Surg* 2010;251(2):205-12.
- [13] Hureaux J, Urban T.*La simulation en pneumologie : rationnel, données de la littérature et perspectives*. Revue des Maladies Respiratoires.2015 ; 32 : 969-984.
- [14] Dictionnaire HACHETTE . Paris : Hachette. 2003 ; 858 p. ISBN 2-0128-0534.
- [15] Jean-Claude Granry. La simulation en santé : quels enjeux ? Revue des Maladies Respiratoires. 2015 ; 32 : 966-968.
- [16] Stefanidis D, Scerbo MW, Montero PN, Acker CE, Smith WD. Simulator training to automaticity leads to improve skill transfer compared with traditional proficiency-based training: a randomized controlled trial. *Ann Surg* 2012; 255(1):30-7.
- [17] Jacobs LM, Lorenzo C, Brautigam RT. Definitive surgical traumacare live porcine session: a technique for training in traumasurgery. *Conn Med* 2001; 65(5):265-8.
- [18] Barussaud ML, Roussel B, Meurette G, et al. French intensive training course in laparoscopic surgery (HUGOFirst) on live porcine models: validation of a performance assessment scale and resident's satisfaction in a prospective study. *J Visc Surg*.2016; 153(1):15-9.
- [19] Sutherland LM, Middleton PF, Anthony A, et al. Surgical simulation: a systematic review. *Ann Surg*. 2006; 243(3):291-300.

- [20] Leblanc F, Champagne BJ, Augestad KM, et al. A comparison of human cadaver and augmented reality simulator models for straight laparoscopic colorectal skills acquisition training. *J Am Coll Surg.* 2010; 211(2):250-5.
- [21] Kolb DA. *Experimental learning. Experiences as the source of learning and development.* Prentice-Hall, New Jersey: Engle-wood Cliffs Ed; 1984.
- [22] Mashaud LB, Castellvi AO, Hollett LA, Hogg DC, Tesfay ST, Scott DJ. Two-year skill retention and certification exam performance after fundamentals of laparoscopic skills training and proficiency maintenance. *Surgery* 2010; 148:194-201.
- [23] Gurusamy KS, Aggarwal R, Palanivelu L, Davidson BR. Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009;21:CD006575.
- [24] Aggarwal R, Grandtcharov T, Moorthy K, Hance J, Darzi A. A competency-based virtual reality training curriculum for the acquisition of laparoscopic psychomotor skill. *Am J Surg.* 2006; 191:128-33.
- [25] Datta V, Bann S, Aggarwal R, Mandalia M, Hance J, Darzi A. Technical skills examination for general surgical trainees. *Br JSurg.* 2006; 93:1139-46.
- [26] Gallagher AG, Cates CU. Approval of virtual reality training for carotid stenting: what this means for procedural-based medicine. *JAMA* 2004; 292:3024-6.
- [27] Bashankaev B, Baido S, Wexner SD. Review of available methods of simulation training to facilitate surgical education. *Surg Endosc.* 2011; 25:28-35.
- [28] Graber MA, Wyatt C, Kasperek L, Xu Y. Does simulator training for medical students change patient opinions and attitudes toward medical student procedures in the emergency department? *Acad Emerg Med.* 2005; 12:635-9.
- [29] Okuda Y, Bryson EO, DeMaria Jr S, et al. The utility of simulation in medical education: what is the evidence? *Mt Sinai J Med.* 2009; 76:330-43.

- [30] Van Dongen KW, Ahlberg G, Bonavina L, et al. European consensus on a competency-based virtual reality training program for basic endoscopic surgical psychomotor skills. *Surg Endosc.* 2011; 25:166-71.
- [31] Zendejas B, Brydges R, Hamstra SJ, Cook DA. State of the evidence on simulation-based training for laparoscopic surgery: asystematic review. *Ann Surg.* 2013;257:586-93.
- [32] Chaillou C, Dubois P. *Les Simulateurs d'Instruments Médicaux.* Journée d'étude "Réalité Virtuelle" Ganymède-Kalimedia, 29/03/1995, Villeneuve d'Ascq, France, 1995.
- [33] Chaillou C. *Simulateurs Pédagogiques Médicaux.* Journées du groupe de travail Réalité Virtuelle du PRC/GDR Communication Homme-Machine, 29-3001/1996, Rennes, France, 1996.
- [34] Chaillou C. *Les Simulateurs Pédagogiques Médicaux.* Conférence invitée, ISCID Dunkerque, 27/03/1997, Dunkerque, France, 1997.
- [35] Meller G. *A topology of simulators for medical education.* *Journal of Digital Imaging.* 1997; 10:194-196.
- [36] Delingette H. *Simulation d'Interventions Chirurgicales.* In DOMBRE E., KHALIL W. Deuxième Journées de la Recherche en Robotique (JNRR'99), septembre 1999, Montpellier, pp. 109-118.
- [37] Gaba D.M. *Patient simulators.* In : Ehrenwerth J, Eisenkraft JB. *Anesthesia Equipment.* 2nd ed. St. Louis : Mosby, (In Press).
- [38] Fuchs P, Moreau G. *Le traité de la Réalité Virtuelle.* Paris : Presses de l'école des mines, 2003 : 540 p. ISBN 2-911762-47-9.
- [39] Satava R M, Jones S B. *An integrated medical virtual reality program. The military application.* *Engineering in Medicine and Biology Magazine,* IEEE.1996; 15, n° 2:94 - 97.
- [40] Satava R M. *Virtual reality for medical applications.* *Information Technology Applications in Biomedicine, ITAB '97, Proceedings of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Region 8 International Conference,* 7-9/09/1997:19 – 20.

- [41] Satava R M, Jones S B. *Current and future applications of virtual reality for medicine*. Proceedings of the IEEE. 1998; 86, n° 3:484 - 489.
- [42] Delingette H. *Simulation d'Interventions Chirurgicales*. In DOMBRE E., KHALIL W. Deuxième Journées de la Recherche en Robotique (JNRR'99), septembre 1999, Montpellier : 109-118.
- [43] Sweeney K, Collin M. *Manikin construction*. Brevet: US 5195896. 23/03/1993.
- [44] Semm K. Pelvi-trainer, a training device in operative pelviscopy for teaching endoscopic ligation and suture technics. *Geburtshilfe Frauenheilkd*. 1986; 46:60-2.
- [45] Marecik SJ, Prasad LM, Park JJ, et al. A lifelike patient simulator for teaching robotic colorectal surgery: how to acquire skills for robotic rectal dissection. *Surg Endosc*. 2008; 22:1876-81.
- [46] Arden D, Hacker MR, Jones DB, Awtrey CS. Description and validation of the Pelv-Sim: a training model designed to improve gynecologic minimally invasive suturing skills. *J Minim Invasive Gynecol*. 2008; 15:707-11.
- [47] Sanchez-Margallo FM, Diaz-Guemez I, Perez FJ, Sánchez MA, Loscertales B, Usón J. Preliminary results with a training program for thoracoscopic atrial fibrillation therapy. *Surg Endosc*. 2009; 23:1882-6.
- [48] Rosser JC, Rosser LE, Savalgi RS. Skill acquisition and assessment for laparoscopic surgery. *Arch Surg* 1997; 132:200-204.
- [49] Rosser JC, Wood M, Payne JH, Fullum TM, Lisehora GB, Rosser LE *et al*. Telementoring. A practical option insurgical training. *Surg Endosc*. 1997; 11:852-855.
- [50] Médina M. Formidable challenges to teaching advanced laparoscopic skills. *JLS* 2001; 5:153-158.
- [51] Ferrufino FL, Cohen JV, Schaffner EB, Eulufi FC, Müller FP, Castillo JM, Cassis N J, Wilson CB. Simulation in Laparoscopic Surgery. *CIR ESP*. 2015; 93 (1): 4–11.

- [52] Sreenivas VI. Video laparoscopy in general surgery: and update. *NC Med J.* 2001, 62:205-209.
- [53] Melvin WS. Laparoscopic skills enhancement. *Am J Surg.* 1996;172:377-379.
- [54] Laguna MP. Simulators and endourological training. *Curr Opin Urol.* 2002; 12:209-205.
- [55] Scott DJ, Bergen PC, Rege RV, LaycockR, Tesfay ST, Valentine RJ *et al.* Laparoscopic training on bench models: better and more cost effective than operating room experience? *J Am Coll Surg.* 2000; 191:272-283.
- [56] Fried GM, Derossis AM, Bothwell J, Sigman HH. Comparison of laparoscopic performance in vivo with performance measured in a laparoscopic simulator. *Surg Endosc.* 1999; 13:1077-1081.
- [57] Issenberg SB, McGaghie WC, Hart IR, Mayer JW, Felner JM, Petrusa ER *et al.* Simulation technology for health care professional skills training and assessment. *JAMA* 1999; 282:861-866.
- [58] Derossis AM, Bothwell J, Sigman HH, Fried GM. The effect of practice on performance in a laparoscopic simulator. *Surg Endosc.* 1998; 12:1117-1120.
- [59] Coleman RL, Muller CY. Effects of a laboratory-based skills curriculum on laparoscopic proficiency: a randomized trial. *Am J Obstet Gynecol* 2002; 186:836-842.
- [60] Goff BA, Nielsen PE, Lentz GM, Chow GE, Chalmers RW, Fenner D *et al.* Surgical skills assessment: a blinded examination of obstetrics and gynecology residents. *Am J Obstet Gynecol.* 2002;186: 613-617.
- [61] Fatima LAHLALI. La part de la cœliochirurgie dans un service de chirurgie viscérale et digestive. Thèse de médecine, Faculté de médecine et de pharmacie de Rabat, Université Mohammed 5, 2009, N° 23.
- [62] Aziz MA, McKenzie JC, Wilson JS, Cowie RJ, Ayeni SA, Dunn BK. The human cadaver in the age of biomedical informatics. *AnatRec.* 2002; 269(1):20-32.

- [63] Magee R. Art macabre: resurrectionists and anatomists. *ANZ JSurg* 2001;71(6):377-80.
- [64] Garment A, Lederer S, Rogers N, Boulton L. Let the dead teach the living: the rise of body bequeathal in 20th-century America. *Acad Med.* 2007;82(10):1000-5.
- [65] Tseng WT, Lin YP. « Detached concern » of medical students in a cadaver dissection course: a phenomenological study. *Anat SciEduc.* 2016 ;9(3):265-71, <http://dx.doi.org/10.1002/ase.1579>[Epub 2015 Nov 20].
- [66] Rizzolo LJ. Human dissection: an approach to interweaving the traditional and humanistic goals of medical education. *AnatRec.* 2002; 269(6):242-8.
- [67] Tsuda S, Scott D, Doyle J, Jones DB. Surgical skills training and simulation. *Curr Probl Surg.* 2009; 46(4):271-370.
- [68] Norman G, Dore K, Grierson L. The minimal relationship between simulation fidelity and transfer of learning. *Med Educ.*2012; 46(7):636-47.
- [69] Palter VN, Grantcharov TP. Virtual reality in surgical skills training. *Surg Clin North Am.* 2010;90(3):605-17.
- [70] Diesen DL, Erhunmwunsee L, Bennett KM, et al. Effectiveness of laparoscopic computer simulator versus usage of box trainer for endoscopic surgery training of novices. *J Surg Educ.*2011; 68(4):282-9.
- [71] Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, O'Brien MK, Bansal VK, Andersen DK *et al.* Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double blinded study. *AnnSurg.* 2002; 236:458-463.
- [72] Grantcharov TP, Kristiansen VB, Bendix J, Bardram L, Rosenberg J, Funch-Jensen P. Randomized clinical trial of virtual reality simulation for laparoscopic skills training. *Br J. Surg.* 2004; 91:146-150.

- [73] Korndorffer JR Jr, Dunne JB, Sierra R, Stefanidis D, Touchard CL, Scott DJ. Simulator training for laparoscopic suturing using performance goals translate to the operating room. *J Am Coll Surg.* 2005(1); 201:23-29.
- [74] Hamilton EC, Scott DJ, Fleming JB, RegeRV, Laycock R, Bergen PC *et al.* Comparison of video trainer and virtual reality training systems on acquisition of laparoscopic skills. *Surg. Endosc.* 2002; 16:406-411.
- [75] Youngblood PL, Srivastava S, Curet M, Heinrichs WL, Dev P, Wren SM. Comparison of training on two laparoscopic simulators and assessment of skills transfer to surgical performance. *J Am Coll Surg.* 2005; 200:546-551.
- [76] Munz Y, Kumar BD, Moorthy K, Bann S, Darzi A. Laparoscopic virtual reality and box trainers: is one superior to the other? *Surg Endosc.* 2004; 18:485-494.
- [77] Ali MR, Mowery Y, Kaplan B, DeMaria EJ. Training the novice in laparoscopy. More challenge is better. *Surg Endosc.* 2002; 16:1732-1736.
- [78] Gallagher AG, Richie K, McClure N, McGuigan J. Objective psychomotor skills assessment of experienced, junior, and novice laparoscopists with virtual reality. *World J Surg.* 2001; 25:1478-1483.
- [79] Hyltander A, Liljegren E, Rhodin PH, Lonroth H. The transfer of basic skills learned in a laparoscopic simulator to the operating room. *Surg Endosc.* 2002; 16:1324-1328.
- [80] Kothari SN, Kaplan BJ, DeMaria EJ, Broderick TJ, Merrell RC. Training in laparoscopic suturing skills using a new computer-based virtual reality simulator (MIST-VR) provides results comparable to those with an established pelvic trainer system. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2002; 12:167-173.
- [81] Baumann R, Maeder W, Glauser G *et al.* The PantoScope: A Spherical Remote-Center-of-Motion Parallel Manipulator for Force Reflection. *Proceeding IEEE International Conference on Robotics and Automation. ICRA 1997, Albuquerque, Nouveau Mexique, États Unis.* 1997 :743-750.
- [82] Kuhnappel U, Krumm H G, Kuhn Ch *et al.* Endosurgery Simulations with KISMET: A flexible tool for Surgical Instrument Design, Operation

- Room Planning and VR Technology based Abdominal Surgery Training. Proceedings of VR'95 WORLD Conference, 21-23/02/1995, Stuttgart, 1995.
- [83] Çakmak H K, Kuhnafel U, Bretthauer G. Virtual Reality Techniques for Education and Training in Minimally Invasive Surgery. Proceedings of VDE World Micro Technologies Conference MICRO.tec 2000 - EXPO 2000, 25-27/09/2000, Hannover, Allemagne, 2000: 395-400.
- [84] Çakmak H K. *Advanced Surgical Training in Laparoscopy with VEST Simulators*. Talk at 2nd Workshop on Basic Anatomy and Advanced Technology in Laparoscopic Surgery. 18-20/09/2003, Kiel, Allemagne, 2003.
- [85] Jambon A C, Dubecq-Princetteau F, KarpfS et al. *Measure of abdominal cavity volumes by gynecologic laparoscopy*. Contraception, fertilité, sexualité. 1997 ;25(5) : 6-12.
- [86] Jambon AC, Dubecq-Princetteau F, Dubois P et al. *SPIC : Simulateur pédagogique d'interventions cœlioscopiques à visée gynécologique* . Journal de gynécologie, obstétrique et biologie de la reproduction.1998 ; 27(5) : 536-543.
- [87] Jambon A C, Querleu D, Dubois P, et al. *SPIC : Pedagogical Simulator for Gynecologic Laparoscopy"*. Proceedings of the 8<sup>th</sup> Medicine Meets Virtual Reality Conference, 27-30/01/2000, Newport Beach, 2000:139-145.
- [88] Karouia M, Arhets Ph, Aigrain Y. *A novel design of endoscopic surgery training simulator*. 35th ISR'04 -International Symposium on Robotics, 23-26/03/2004, Paris- Nord Villepinte, France.2004 : 66.
- [89] Cotin S, Delingette H, Clément J-M et al. *Geometric and Physical Representations for a Simulator of Hepatic Surgery*. Medicine Meets Virtual Reality IV, Interactive Technology and the New Paradigm for Healthcare 1996. IOS Press, 1996:139-151.
- [90] Cotin S, DelingetteH, Clément J-M et al. *Simulation de chirurgie hépatique avec système de retour de forces*. In Interface to Real and Virtual Worlds. 1996: 139-148.

- [91] Cotin S, Delingette H, Clément J-M et al. *Volumetric Deformable Models for Simulation of Laparoscopic Surgery*. Proceedings of the International Symposium on Computer and Communication Systems for Image Guided Diagnosis and Therapy, Computer Assisted Radiology (CAR'96), juin 1996, Paris, France. Elsevier 1996 (vol. 1124 of International Congress Series).
- [92] Cotin S, Delingette H, Ayache N. *Real-Time elastic deformations of soft tissues for surgery deformation*. INRIA Technical Report RR-3511, 1998, to appear in IEEE Trans. In Visualization and Computer Graphics, <http://www.inria.fr/RRRT/RR-3511.html>
- [93] Krupa A. *Commande par vision d'un robot de chirurgie laparoscopique*. Automatique et Traitement du Signal. Institut National Polytechnique de Lorraine, 2003 :236.
- [94] Melvin WS. Laparoscopic skills enhancement. *Am J Surg*. 1996; 172:377-379.
- [95] Price DT. Laparoscopic radical prostatectomy in the canine model. *J Laparoendosc Surg*. 1996; 6: 405-412.
- [96] Tan SS, Sarker SK. Simulation in surgery: a review. *Scot Med J*. 2011;56(2):104-9.
- [97] FAIKM. Cœliochirurgie perspective et avenir. *Médecine du Maghreb*. 1999 ; 75.
- [98] Houda CHRIQI. Les indications de la cœlioscopie diagnostique. Thèse de médecine, Faculté de médecine et de pharmacie Rabat, Université Mohammed 5, 2009, N°3.
- [99] Herrero A, Slim K. Méthodes de création du pneumopéritoine en chirurgie cœlioscopique. Résultats des essais randomisés et des méta-analyses. *Journal de Chirurgie Viscérale*. 2012 ;149S :S28-S31 .
- [100] Iannelli A, Schneck A S, Msika S . Ya-t-il des indications et des contre-indications propres à chaque technique (ouverte ou fermée) de réalisation du pneumopéritoine?. *Journal de Chirurgie Viscérale*. 2012 ;149S :S43-S46.

- [101] Gillart T , Schoeffler P. Embolie gazeuse. in SCHOEFFLER P.ed, Anesthésie pour cœliochirurgie. 1993:183-197.
- [102] Wolf JS, Stroller ML. The physiology of laparoscopy : basic principles, complications and other considerations. J. Urol. 1994 ; 152 :294-302.
- [103] Catheline JM, Gaillard JL, Rizk N, Barrat C, Champault G. Facteurs de risque et prévention du risque thrombo-embolique en cœlioscopie. Ann Chir. 1998; 52: 890-895.
- [104] Jorjensen JO, Gillies RB, Lalak NJ, Hunt DR. Lower limb venous hemodynamics during laparoscopy: an animal study. Surg Laparosc Endosc. 1994;4: 32-35.
- [105] Millard JA, Hill BB, Cook PS, Fenoglio ME, S T Ahlgrenl H. Intermittent sequential pneumatic compression in prevention of venous stasis associated with pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. Arch Surg. 1993; 128: 914-918.
- [106] Schzenk W, Bohm B, Junghans T, Hofmann H, Muller JM. Intermittent sequential compression of the lower limbs prevents venous stasis in laparoscopic and conventional colorectal surgery. Dis Colon Rectum. 1997; 40: 1056-1062.
- [107] Parra RO, Hagoud PG, Boullier JA, Cum-mings JM, M DJ. Complications of laparoscopic urological surgery : experience at St Louis university. J. Urol. 1994; 151:681-684.
- [108] Bishoff JT, Allaf ME, Kirkels W, Moore RG, Kavoussi LR, Schroder F. Laparoscopic bowel injury : incidence and clinical presentation. J. Urol. 1999; 161: 887-890.
- [109] Gill IS, Clayman RV, Albala DM, Aso Y, Chiu AW, Das S, Donovan JF et al. Retroperitoneal and pelvic extraperitoneal laparoscopy : an international perspective. Urology. 1998; 52: 566-571.
- [110] Rassweiler J, Fornara P, Weber M, Janet-schek G, Fahlenkamp D, Henkel T, Beer M, et al. Laparoscopic nephrectomy: the experience of the laparoscopy working group of the German Urologic Association. J. Urol. 1998; 160: 18-21.

- [111] Gill IS, Kavoussi LR, Clayman RV, Ehrlich R, Evans R, Fuchs G, Gersham A et al. Complications of laparoscopic nephrectomy in 185 patients : a multi-institutional review. *J. Urol.* 1995; 154: 479-483.
- [112] Mendoza D, Newman RC, Albala D, Cohen MS, Tewari A, Lingmann J, Wong M et al. Laparoscopic complications in markedly obese urologic patients (a multi-institutional review). *Urology.* 1996; 48:562-567.
- [113] Boufettal H, Samouh N, Boufettal R, Rifki Jai S , Chehab F, Belhous A. Aspects médico-légaux de la chirurgie laparoscopique. *Droit Déontologie & Soins* 2010 (10) 49–54.
- [114] Sargos P, Pellerin D, Glorion B. Information du malade par le chirurgien. Aspects judiciaires, Aspects éthiques, Aspects déontologiques. *Chirurgie.* 1998; 123:85–96.
- [115] Summer AN. Acquisition of surgical skills: a randomized trial of didactic, videotape, and computer-based training. *Surgery.* 1999 ; 126:330-336.
- [116] Rudolph JW, Simon R, Rivard P, et al. Debriefing with good judgment: combining rigorous feedback with genuine inquiry. *Anesthesiol Clin.* 2007; 25:361-76.
- [117] Lewin K. *Field theory in social sciences.* New York, NY: Harper & Row; 1951.
- [118] Salin A , Gaujoux S, Sarnacki S, Hardy P, Frileux P. Entraînement à la laparoscopie : expérience de l'école de chirurgie de Paris. *Journal de Chirurgie Viscérale.* 2010;(147) 477-481.
- [119] Langeron A, Mercier G, Lima S, Chauleur C, Golfier F, Seffert P, Chêne G. Intérêt et performances d'un pelvitraîné portable pour l'entraînement à la laparoscopie. *Gynécologie Obstétrique & Fertilité.* 2012 (40) 396–401.
- [120] Diana L. Diesen, MD, Loretta Erhunmwunsee, MD, Kyla M. Bennett, MD, Kfir Ben-David, MD, Basil Yurcisin, MD, Eugene P. Ceppa, MD, Philip A. Omotosho, MD, Alexander Perez, MD, and Aurora Pryor, MD. Effectiveness of laparoscopic computer simulator versus usage of box trainer for endoscopic surgery training of novices. *Journal of surgical education .* 2011(68).

- [121] Nancy J. Hogle, MS, William M. Briggs, PhD, Dennis L. Fowler, MD. Documenting a learning curve and test-retest reliability of two tasks on a virtual reality training simulator in laparoscopic surgery. *Journal of surgical education*. Volume 64/Number 6 . November/December 2007.
- [122] Rouach Y, Timsit M O, Delongchamps N B, Fontaine E, Peyromaure M, Thiounn N, Thibault P, Méjean A. Néphrectomie partielle laparoscopique : courbe d'apprentissage d'un interne en urologie sur un modèle porcin. *Progrès en urologie*. 2008 ;18 : 344-350.
- [123] Ali Akdemir , Fatih Sendag, Mehmet K. Öztekin. Laparoscopic virtual reality simulator and box trainer in gynecology. *International journal of gynecology and obstetrics* 125 (2014) 181–185.
- [124] Philippe A C, Botchorishvili R , Pereiraa B, Canisa M, Bourdel M, Magea G, Pouly J L, Houlle C, Jardona K, Rabischong B. Intérêt d'un enseignement structuré de la coelioscopie en centre de simulation : enquête d'opinion auprès des internes. *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction*. 2013 ; 42 : 238-245.
- [125] Crochet P, Aggarwal R, Berdah S, Yaribakht S, Boubli L, Gannerre M, Agostini A. Utilisation des simulateurs pour former les internes de chirurgie gynécologique en France : un état des lieux en 2013. *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction*. 2014 ;43 : 379-386.
- [126] Langeron A , Mercier G, Lima S, Chauleur C, Golfier F, Seffert P , Chêne G. Intérêt et performances d'un pelvitruainer portable pour l'entraînement à la laparoscopie. *Gynécologie Obstétrique & Fertilité*. 2012 ; 40 : 396–401.

## *Serment d'Hippocrate*

*Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.*

- *Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*
- *Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*
- *Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*
- *Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*
- *Les médecins seront mes frères.*
- *Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*
- *Je maintiendrai le respect de la vie humaine dès la conception.*
- *Même sous la menace, je n'userai pas de mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*
- *Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

# قسم أبقراط

بسم الله الرحمن الرحيم

أقسم بالله العظيم

في هذه اللحظة التي يتم فيها قبولي عضواً في المهنة الطبية أتعهد علانية:

- ◀ بأن أكرس حياتي لخدمة الإنسانية.
- ◀ وأن أحترم أساتذتي وأعترف لهم بالجهد الذي يستحقونه.
- ◀ وأن أمارس مهنتي بواجب من ضميري وشرعية في جاعلاً صحة مريض هدي في الأول.
- ◀ وأن لا أفشي الأسرار المعهودة إلي.
- ◀ وأن أحافظ بكل ما لدي من وسائل على الشرف والتقاليد النبيلة لمهنة الطب.
- ◀ وأن أعتبر سائر الأطباء إخوة لي.
- ◀ وأن أقوم بواجبي نحو مرضاي بدون أي اعتبار ديني أو وطني أو عرقي أو سياسي أو اجتماعي.
- ◀ وأن أحافظ بكل حزم على احترام الحياة الإنسانية منذ نشأتها.
- ◀ وأن لا أستعمل معلوماتي الطبية بطريق يضر بحقوق الإنسان مهما لاقيت من تهديد.
- ◀ بكل هذا أتعهد عن كامل اختيار ومقسماً بالله.

والله على ما أقول شهيد .

تعلم الجراحة بالمحاكاة، خبرة الدبلوم الجامعي  
للجراحة بالمنظار لكلية الطب والصيدلة بالرباط  
أطروحة:

قدمت ونوقشت علانية يوم.....

من طرفه

السيدة : السنري بن جامع غزلان

المزداة في 02 دجنبر 1990 بالقنيطرة

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية: التعلم - الجراحة بالمنظار - المحاكاة.

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة:

رئيس

مشرف

أعضاء

السيد: محمد أحلات

أستاذ في الجراحة العامة

السيدة: منى العلوي محمدي

أستاذة في الجراحة العامة

السيد: عبد المالك حرورة

أستاذ في الجراحة العامة

السيد: عبد المنعم ايت علي

أستاذ في الجراحة العامة

السيد: هشام الزرهوني

أستاذ في جراحة الأطفال

السيد: محمد الرايس

أستاذ في الجراحة العامة