FACULTE DE POITIERS
UNIVERSITE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

Année 2012 Thèse N°

THESE
Pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Médecine
(Décret du 16 janvier 2004)

Présentée et soutenue publiquement le 28 septembre 2012 à Poitiers par

Monsieur Benjamin ROUSSEL
Né le 18/10/1982 à Rennes (Ille-et-Vilaine)

APPRENTISSAGE DE LA CHIRURGIE PAR SIMULATION

Mise en place d'une plateforme d'enseignement préclinique sur modèle porcin dans l'inter-région Ouest

Composition du JURY

PRESIDENT DU JURY :	**Monsieur le Professeur Michel CARRETIER**
DIRECTEUR DE THESE :	**Monsieur le Professeur Jean-Pierre FAURE**
MEMBRES DU JURY :	**Monsieur le Professeur Jean-Pierre RICHER**
	Monsieur le Professeur Denis ORIOT
	Monsieur le Professeur Michel SCEPI
	Monsieur le Professeur Jean-Pierre FAURE

LISTE DES ENSEIGNANTS

UNIVERSITE DE POITIERS

Faculté de Médecine et Pharmacie

Le Doyen,

Année universitaire 2011 - 2012

LISTE DES ENSEIGNANTS DE MEDECINE

Professeurs des Universités-Praticiens Hospitaliers

1. AGIUS Gérard, Bactériologie-Virologie
2. ALLAL Joseph, Thérapeutique
3. BATAILLE Benoît, Neurochirurgie
4. BENSADOUN René-Jean, cancérologie radiothérapie
5. BRIDOUX Frank, Néphrologie
6. BURUCOA Christophe, Bactériologie-Virologie-Hygiène
7. CARRETIER Michel, Chirurgie générale
8. CHRISTIAENS Luc, cardiologie
9. CORBI Pierre, Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
10. DAGREGORIO Guy, Chirurgie plastique et Reconstructrice
11. DEBAENE Bertrand, Anesthésiologie Réanimation Chirurgicale
12. DEBIAIS Françoise, Rhumatologie
13. DORE Bertrand, Urologie
14. DUFOUR Xavier, Oto-Rhino-Laryngologie
15. EUGENE Michel, Physiologie
16. FAUCHERE Jean-Louis, Bactériologie- Virologie **(surnombre)**
17. FAURE Jean-Pierre, Anatomie
18. FRITEL Xavier, Gynécologie-obstétrique
19. FROMONT-HANKARD Gaëlle, Anatomie et cytologie pathologiques
20. GAYET Louis-Etienne, Chirurgie orthopédique et traumatologique
21. GICQUEL Ludovic, pédopsychiatrie
22. GILBERT Brigitte, Génétique
23. GOMBERT Jean-Marc, Immunologie
24. GOUJON Jean-Michel, Anatomie et Cytologie Pathologiques
25. GUILHOT-GAUDEFFROY François, Hématologie et Transfusion
26. GUILLET Gérard, Dermatologie
27. HADJADJ Samy, Endocrinologie et Maladies métaboliques
28. HANKARD Régis, Pédiatrie
29. HAUET Thierry, Biochimie
30. HERPIN Daniel, Cardiologie et Maladies vasculaires
31. HOUETO Jean-Luc, Neurologie
32. INGRAND Pierre, Biostatistiques, Informatique médicale
33. IRANI Jacques, Urologie
34. KEMOUN Gilles, Médecine physique et Réadaptation **(détachement)**
35. KITZIS Alain, Biologie cellulaire
36. KLOSSEK Jean-Michel, Oto-Rhino- Laryngologie
37. KRAIMPS Jean-Louis, Chirurgie générale
38. LECRON Jean-Claude, Biochimie et Biologie moléculaire
39. LEVARD Guillaume, Chirurgie infantile
40. LEVILLAIN Pierre, Anatomie et Cytologie pathologiques
41. MAGNIN Guillaume, Gynécologie-obstétrique **(surnombre)**
42. MARCELLI Daniel, Pédopsychiatrie **(surnombre)**
43. MARECHAUD Richard, Médecine interne
44. MAUCO Gérard, Biochimie et Biologie moléculaire
45. MENU Paul, Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
46. MEURICE Jean-Claude, Pneumologie
47. MIMOZ Olivier, Anesthésiologie, Réanimation chirurgicale
48. MORICHAU-BEAUCHANT Michel, Hépato-Gastro-Entérologie
49. NEAU Jean-Philippe, Neurologie
50. ORIOT Denis, Pédiatrie
51. PACCALIN Marc, Gériatrie
52. PAQUEREAU Joël, Physiologie
53. PERAULT Marie-Christine, Pharmacologie clinique
54. PERDRISOT Rémy, Biophysique et Traitement de l'Image
55. PIERRE Fabrice, Gynécologie et obstétrique
56. POURRAT Olivier, Médecine interne
57. PRIES Pierre, Chirurgie orthopédique et traumatologique
58. RICCO Jean-Baptiste, Chirurgie vasculaire
59. RICHER Jean-Pierre, Anatomie
60. ROBERT René, Réanimation médicale
61. ROBLOT France, Maladies infectieuses, Maladies tropicales
62. ROBLOT Pascal, Médecine interne
63. RODIER Marie-Hélène, Parasitologie et Mycologie
64. SENON Jean-Louis, Psychiatrie d'adultes
65. SILVAIN Christine, Hépato-Gastro- Entérologie
66. SOLAU-GERVAIS Elisabeth, Rhumatologie
67. TASU Jean-Pierre, Radiologie et Imagerie médicale
68. TOUCHARD Guy, Néphrologie
69. TOURANI Jean-Marc, Cancérologie Radiothérapie, option Cancérologie (type clinique)
70. TURHAN Ali, Hématologie-transfusion
71. VANDERMARCQ Guy, Radiologie et Imagerie Médicale
72. WAGER Michel, Neurochirurgie

✉ 6 rue de la Milétrie , B.P. 199, 86034 POITIERS CEDEX, France
☎05.49.45.43.43 - 🖷 05.49.45.43.05 – e.mail : doyen.medecine@univ-poitiers.fr

Maîtres de Conférences des Universités-Praticiens hospitaliers

1. ARIES Jacques, Anesthésiologie et Réanimation chirurgicale
2. BEBY-DEFAUX Agnès, Bactériologie-Virologie-Hygiène
3. BEN-BRIK Eric, Médecine du travail
4. BOINOT Catherine, Hématologie et Transfusion
5. BOUNAUD Jean-Yves, Biophysique et Traitement de l'Image
6. BOURMEYSTER Nicolas, Biologie cellulaire
7. CASTEL Olivier, Bactériologie-Virologie- Hygiène
8. CATEAU Estelle, Parasitologie et Mycologie
9. CREMNITER Julie, Bactériologie, Virologie
10. DAHYOT-FIZELIER Claire, Anesthésiologie et Réanimation chirurgicale
11. DIAZ Véronique, Physiologie
12. FAVREAU Frédéric, Biochimie et Biologie moléculaire
13. GRIGNON Bernadette, Bactériologie-Virologie-Hygiène
14. GUILLARD Olivier, Biochimie et Biologie moléculaire
15. HURET Jean-Loup, Génétique
16. JAAFARI Nematollah, Psychiatrie d'adultes
17. KARAYAN-TAPON Lucie, Cancérologie
18. LAFAY Claire, pharmacologie clinique
19. MIGEOT Virginie, Santé publique
20. ROUMY Jérôme, Biophysique, Médecine nucléaire
21. ROY Lydia, Hématologie
22. SAPANET Michel, Médecine légale
23. TALLINEAU Claude, Biochimie et Biologie moléculaire
24. TOUGERON David, Hépato-Gastro-Entérologie

Professeur des universités de médecine générale

GOMES DA CUNHA José

Professeurs associés

GAVID Bernard, médecine générale
SCEPI Michel, médecine d'urgence

Maîtres de Conférences associés de Médecine générale

BINDER Philippe
BIRAULT François
PARTHENAY Pascal
VALETTE Thierry

Professeur certifié d'Anglais

DEBAIL Didier

Professeurs émérites

1. BECQ-GIRAUDON Bertrand, Maladies infectieuses, maladies tropicales
2. DABAN Alain, Cancérologie Radiothérapie
3. GIL Roger, Neurologie
4. LAPIERRE Françoise, Neurochirurgie

Professeurs et Maîtres de Conférences honoraires

1. ALCALAY Michel, Rhumatologie
2. BABIN Michèle, Anatomie et Cytologie pathologiques
3. BABIN Philippe, Anatomie et Cytologie pathologiques
4. BARBIER Jacques, Chirurgie générale (émérite)
5. BARRIERE Michel, Biochimie et biologie moléculaire
6. BEGON François, Biophysique, Médecine nucléaire
7. BONTOUX Daniel, Rhumatologie (émérite)
8. BURIN Pierre, Histologie
9. CASTETS Monique, Bactériologie-Virologie – Hygiène
10. CAVELLIER Jean-François, Biophysique et médecine nucléaire
11. CHANSIGAUD Jean-Pierre, Biologie du développement et de la reproduction
12. CLARAC Jean-Pierre, Chirurgie orthopédique
13. DESMAREST Marie-Cécile, Hématologie
14. DEMANGE Jean, Cardiologie et Maladies vasculaires
15. FONTANEL Jean-Pierre, Oto-Rhino Laryngologie (émérite)
16. GOMBERT Jacques, Biochimie
17. JACQUEMIN Jean-Louis, Parasitologie et Mycologie médicale
18. KAMINA Pierre, Anatomie (émérite)
19. LARSEN Christian-Jacques, Biochimie et biologie moléculaire
20. MAIN de BOISSIERE Alain, Pédiatrie
21. MARILLAUD Albert, Physiologie
22. MORIN Michel, Radiologie, Imagerie médicale
23. PATTE Dominique, Médecine interne
24. PATTE Françoise, Pneumologie
25. POINTREAU Philippe, Biochimie
26. REISS Daniel, Biochimie
27. RIDEAU Yves, Anatomie
28. SULTAN Yvette, Hématologie et transfusion
29. TANZER Joseph, Hématologie et transfusion (émérite)

REMERCIEMENTS

A mon Président de jury,

Monsieur le Professeur Michel Carretier (Professeur en Chirurgie Générale)

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury,
Pour votre foi inébranlable, votre disponibilité, et votre enseignement
Que j'ai pu apprécier pendant ces cinq années,
Veuillez trouver ici le témoignage de mon plus profond respect
Et de ma plus vive reconnaissance.

A mes Juges,

Monsieur le Professeur Jean-Pierre Richer (Professeur en Anatomie)

Pour vos conseils avisés et la justesse de votre sens clinique,
Pour votre force de travail et votre rigueur, indispensables dans ce métier,
J'ai beaucoup appris à vos côtés,
Veuillez croire en ma profonde reconnaissance.

Monsieur le Professeur Denis Oriot (Professeur en Pédiatrie)

Pour avoir su nous initier au domaine de la simulation,
Et nous guider dans notre projet.
Vous avez accepté de juger cette thèse
Veuillez trouver ici l'expression de mes plus vifs remerciements.

Monsieur le Professeur Michel Scepi (Professeur en Médecine d'Urgence)

Pour votre investissement dans cette aventure,
Et votre bonne humeur permanente,
Vous me faites l'honneur de juger cette thèse.
Qu'il soit pour moi l'occasion de vous témoigner ma reconnaissance.

Monsieur le Professeur Jean-Pierre Faure (Professeur en Anatomie)

Jean-Pierre,
Merci de m'avoir fait l'honneur d'accepter de diriger cette thèse.
Pour ta motivation inébranlable, ton aptitude à toujours avancer,
Ta disponibilité permanente pour transmettre ton savoir.
Je tiens à t'exprimer ici ma reconnaissance,
Et ma plus profonde gratitude.

A mes autres Maîtres d'Internat,

A monsieur le Professeur Jean-Louis Kraimps, qui m'avez initié aux subtilités de la chirurgie endocrinienne, pour la confiance que vous m'avez accordé et la qualité de vos conseils. Soyez assuré de ma gratitude et de mon plus profond respect.

A toute l'équipe du service de Chirurgie Viscérale du CHRU de Tours, et plus particulièrement à monsieur le Professeur Loïk de la Lande de Calan, ainsi qu'au Docteur Caroline Mor-Martinez, au Docteur Céline Bourbao-Tournois, au Docteur François Radé et au Docteur Marcel Auguste. Vous avez su m'accueillir parmi vous et d'emblée me faire confiance. Je vous exprime toute ma gratitude.

Au Docteur Carole Doucet, pour tes conseils, ton humour, et ta vision humaniste de la chirurgie. Soit assurée de ma reconnaissance et de toute mon amitié.

Au Docteur Anthony Beaulieu, ta bonne humeur et ta curiosité permanentes, ainsi que ton excellence médico-chirurgicale, rendront toujours les journées passées à tes côtés « enrichissantes ».

Au Docteur Hubert Mignot, du Centre Hospitalier de Saintes, qui a su, le premier dans mon cursus, me faire découvrir les multiples facettes de la Chirurgie Viscérale. Ainsi qu'aux Docteurs Fayssal Yassine et Damien Emeriau, qui avez su guider mes premiers pas en Chirurgie et m'accueillir dans la région.

Aux Docteurs Alexandre Smirnoff, Hélène Gibelin et Valérie Roncheau, du Centre Hospitalier de La Rochelle, qui par votre passion et votre ardeur à remplir votre fonction, m'avez conforté dans mon orientation.

Aux Docteurs Elise Desbois, Minh Tri « Dr N(g)o », Pierre Warnier de Wailly, grâce à votre bienveillance, votre humour et votre confiance, j'ai pu progresser à vos côtés.

Aux Docteurs Gauzolino et Mulieri, toujours *di buon humore*, je vous remercie pour votre disponibilité permanente. Trouvez ici toute ma reconnaissance.

Au Docteur Didier Lefant, du Centre Hospitalier de La Rochelle, dont la rigueur, l'excellence chirurgicale et l'humanisme me serviront de modèle.

Ainsi qu'aux Docteurs Poilbout, Videcoq, Reda (qui avez été témoins de mes premières, et dernières, expériences orthopédiques), ainsi qu'aux Docteurs Franco et Gauthier (Chirurgie Vasculaire – La Rochelle).

Aux Miens

A mon Père, le Docteur Jacques Roussel

Tu resteras toujours pour moi l'exemple du Médecin accompli.
Par la manière dont je t'ai toujours vu exercer ton métier,
Tu as su me transmettre ta passion pour la Médecine

A ma mère, Jeannette Roussel

Soutien indéfectible en toutes occasions
Tu as su me rendre tel que je suis aujourd'hui
"An neb na zent ket ouzh ar stur ouzh ar garrek e raio sur"…

A ma compagne Claire,

Merci pour le soutien quotidien que tu m'apportes
Sans toi, la vie ne serait pas la même.

A mes sœurs, Catherine, Stéphanie et Sophie,

Pour vos conseils permanents,
Passés et à venir.
Vous avez su être pour moi des exemples à suivre.
Je resterai toujours votre « petit » frère.

A mes beaux-frères Rémy, Jean et Pierre.

A mes Co-internes et Amis

A Geoffrey Goudard, mon co-pilote dans cette aventure. Bon vent à vous deux dans cette longue histoire. Mais on ne m'enlèvera pas l'idée qu'être fan de petits trains et d'Eddy Mitchell, à 30 ans, c'est quand même bizarre…

Au *Doctor* Jean-Baptiste Bernard et Antoine Bretagne, amis de toujours, constamment à mes côtés sur les bancs de la faculté ou lors de nos expéditions estudiantines.

A Adrien, Clément, Jean-Vincent, Mitch, Evrard, Yann, Seb Roro, François, Sophie, Brigitte, Pauline, Anne, Tiphaine, pour tous les bons souvenirs que je garderai de nos études.

A Abeni, Amandine, Math, Fred, Nico, Pauline, Pierre-Jacques, Romain, pour tous les bons moments passés durant ces cinq années.

A Pambos et Thomas, avec lesquels nous allons débuter une nouvelle aventure.

A mes co-internes Anthony, Régis, Jérôme, Marie-Laure, Saytha, Marion, bon courage pour la fin de votre internat.

A Aurélie « Michel », Thibault, Matthieu « Gros », Martin, Matthieu, co-internes d'autres spécialités ayant tenté de comprendre les mystères de la Chirurgie Digestive…

Aux Tourangeaux et « Hugo » David, Colas, Guillaume.

A tous mes amis Poitevins et Rennais.

A tous les soignants et secrétaires que j'ai pu croiser pendant mon internat.

Aux Laboratoires Covidien® et Sanofi®, sans qui ce projet n'aurait pu être mené.

LISTE DES ABREVIATIONS

CCA : Chef de Clinique – Assistant des Hôpitaux

CH : Centre Hospitalier

CHU : Centre Hospitalo-universitaire

DES : Diplôme d'Etudes Spécialisées

DESC : Diplôme d'Etudes Spécialisées Complémentaires

DIU : Diplôme inter-universitaire

FHF : Fédération Hospitalière de France

HAS : Haute Autorité de Santé

HUGO : Hôpitaux Universitaires du Grand Ouest

J.-C. : Jésus-Christ

MEAH : Mission Nationale d'Expertise et d'Audit Hospitaliers

OSATS : Objective Structured Assessment of Technical Skills

PUPH : Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

PSPH : (Etablissement) participant au Service Public Hospitalier

QCM : Question à choix multiples

SYNGOF : Syndicat des Gynécologues Obstétriciens de France

T2A : Tarification à l'Activité

UCDF : Union des Chirurgiens de France

SOMMAIRE

Introduction **1**

I. Comment sont actuellement formés les futurs chirurgiens ? **3**

A. Historique de la formation chirurgicale **3**
B. Etats des lieux de la formation française en Chirurgie Digestive **10**
C. Problématiques actuelles **12**
1. Réduction du temps de présence hospitalier des internes 12
2. Augmentation du nombre d'internes 13
3. Instauration de la Tarification à l'Activité (T2A) 15
4. Répartition Public-Privé de la Chirurgie 17
5. Modification des procédures et des techniques 18
6. Accroissement de la pression médico-légale sur les chirurgiens 19
7. Problèmes éthiques 21

D. Que pensent les internes de leur formation ? **22**

II. La simulation en chirurgie **25**

A. L'apprentissage par simulation **25**
1. Quelles sont les étapes d'un apprentissage moteur 26
   a. Modèle de Fitts et Posner 26
   b. Modèle de Rasmussen 28
   c. Modèle de Kolb 29
2. Qu'est-ce que l'apprentissage par simulation 31
   a. Définition 31
   b. Les différentes étapes 32
3. Apprentissage de la Chirurgie par Simulation 36
   a. Méthode de recherche bibliographique 36
   b. Modèles à disposition 36
   c. Analyse de la littérature 38

B. Bases anatomiques du modèle porcin **42**
1. Validité du modèle porcin 42
2. Anatomie de l'abdomen de porc 43

C. Programme d'enseignement préclinique dans l'inter-région HUGO **49**

III. Résultats **53**

A. Présentation des échelles d'évaluation **53**
B. Méthode statistique **57**
1. Validation de l'outil 57
2. Résultat des évaluations 58
a. Durée opératoire 58
b. Scores 59

C. Analyse des échelles d'évaluation **60**
1. Formation pratique 60
a. Indice Kappa de Cohen 60
b. Durée opératoire 61
c. Scores 65
2. Formation théorique 67
3. Adhésion au projet : Questionnaires de satisfaction 68

IV. Discussion **69**

Conclusion **74**

Références Bibliographiques **76**

Serment d'Hippocrate **87**

Résumé

INTRODUCTION

Le terme Chirurgie vient du grec Xei (« la main ») et Ergov (« le travail ») [1]. Il s'agit donc d'une partie de la Médecine dont le but est la guérison par le travail des mains. L'habileté technique d'un médecin, indispensable à la réalisation d'un examen clinique complet ou d'actes diagnostiques et thérapeutiques, repose sur une maîtrise gestuelle acquise au cours de notre formation [2]. Cette compétence apparaît nécessaire dans l'exercice de la chirurgie plus que dans n'importe quel autre domaine.

Depuis « la révolution de la chirurgie » au XIXe siècle [3], cette formation était assurée par compagnonnage [4]. La transmission du savoir est alors assurée au sein d'un binôme interne-chirurgien, où l'apprenant se voit progressivement confier des responsabilités, jusqu'à réaliser l'acte, avec puis sans aide. Ce concept « d'apprendre en faisant », selon la séquence « Je Vois, Je fais » (« *See one, Do One* » des anglo-saxons [5]) reste dans la plupart des centres l'unique moyen de formation des futurs chirurgiens.

Mais actuellement, en France, rien ne permet de savoir si un interne ayant complété sa formation est apte à opérer correctement.

De plus, de nombreux obstacles, notamment éthiques [6] et financiers [7], viennent aujourd'hui à l'encontre de ces pratiques. Il est de moins en moins toléré, dans les disciplines à haut risque [8-10], qu'un débutant apprenne les gestes élémentaires sans qu'il dispose d'un minimum de pratique [11,12]. Cela vaut également en chirurgie, où « l'entrainement » sur patient (« Dry Laboratory on Saturday, Grandma on Monday » [13]) est aujourd'hui difficilement acceptable [14].

Ainsi est apparu il y a quelques décennies le principe de simulation en chirurgie, où l'apprentissage des gestes de bases pourrait être réalisé et évalué par simulation, en amont du bloc opératoire, selon diverses modalités visant à reproduire le plus fidèlement possible la réalité [15]. Et même si ce type de pratique ne pourra jamais remplacer l'expérience acquise sur patient [16], la simulation constitue de nos jours la pierre angulaire de la formation chirurgicale dans de nombreux pays [13].

L'acquisition de la maîtrise gestuelle de base apparaît encore plus essentielle depuis l'avènement de la chirurgie par voie cœlioscopique. Depuis la première cholécystectomie réalisée par cet abord en 1987 à Lyon par P. Mouret [17], la chirurgie mini-invasive s'est rapidement développée pour devenir le « gold standard » dans de nombreuses procédures [18,19]. Mais de nombreuses complications, notamment les plaies des voies biliaires, sont

réapparues, alors qu'elles avaient quasiment disparues [20], justifiant d'un entrainement préalable. Savoir quel est le meilleur moyen d'enseigner la cœlioscopie fait l'objet de nombreux débats dans la littérature [21].

De ce constat est née l'idée d'un projet d'enseignement préclinique sur modèle porcin dans l'inter-région HUGO. Il consiste en une plateforme permettant à l'ensemble des internes de la région Ouest, inscrit en DESC de Chirurgie Viscérale, de se familiariser aux gestes de base de chirurgie, grâce à la réalisation d'exercices codifiés par laparotomie (pour les plus jeunes internes) puis par cœlioscopie (pour les internes plus anciens). Ces exercices comprennent des objectifs à atteindre, consignés dans des grilles d'évaluation créées *de novo*.

Ce travail vise à dresser, dans une première partie, un état des lieux de la formation chirurgicale telle qu'elle est pratiquée en France, suivi d'une revue de la littérature sur l'apprentissage de la chirurgie par simulation.

Dans une deuxième partie sera présenté le projet d'enseignement mis en place depuis novembre 2009, avant de procéder à l'analyse des résultats des premières évaluations. Ce projet comprenant deux modules (laparotomie et cœlioscopie), seuls les résultats du groupe « cœlioscopie » seront ici rapportées.

I. COMMENT SONT ACTUELLEMENT FORMES LES FUTURS CHIRURGIENS ?

A. Historique de la formation chirurgicale [1,22-26]

Le développement de la chirurgie, pourtant l'un des plus anciens arts médicaux, fut pendant des siècles limité par un manque cruel de connaissance dans les domaines de l'anatomie humaine (les premières dissections de cadavres humains furent réalisées à Cordoue au Xe siècle de notre ère sous l'impulsion d'Abulcasis, puis dès le XIIIe siècle dans le monde chrétien, à Bologne), de la physiologie, de l'hémostase (dans l'Egypte ancienne, la présence d'un homme non médecin, dit « hémostatique », était sensée stopper le saignement), de l'asepsie, et enfin de la gestion de la douleur (ces deux dernières se développeront au cours du XIXe siècle) .

De l'époque préhistorique nous sont parvenues quelques marques de pratique chirurgicale, tels la craniotomie (quel en était réellement le but ?) ou quelques résidus de pansements (à base de feuille de nénuphar ou d'écorce de bouleau).

La première trace d'apprentissage de la chirurgie sur modèle animal remonte à l'époque de l'Inde Antique. Au premier siècle avant Jésus-Christ (J.-C.), Chakara et Suçruta rapportent dans leurs écrits des réductions de fractures ou des actes de chirurgie plastique (le « lambeau indien » de recouvrement nasal après mutilation des femmes adultères). Ces techniques avait été développées chez l'animal (chèvre) avant d'être transposées, parfois avec succès, chez l'homme.

Dans la Chine ancienne, la chirurgie n'était pas pratiquée car elle mutilait le corps humain. En Grèce Antique et à Rome, jusqu'en 400 avant J.-C., la chirurgie était méprisée et réservée aux guérisseurs, qui avaient le statut d'esclave. En Egypte, elle restait l'apanage des religieux. Dans la civilisation babylonienne, en Chaldée et Assyrie, les chirurgiens était soumis au code d'Hammourabi (ou loi du talion), qui stipulait que la main du chirurgien devait être coupée en cas d'échec de l'intervention. Les chirurgiens étaient à cette époque itinérant, avec des connaissances empiriques, sans unité ni école.

Il faut attendre Hippocrate de Cos (vers 460 avant JC) pour affirmer que la guérison ne relève pas du Divin. La Médecine n'est alors plus une science attentiste, basée sur le spirituel, et devient un art basé sur l'observation et l'examen du patient. Hippocrate pratiquera certains gestes chirurgicaux, essentiellement des gestes d'urgence (parage de plaie et réduction de fractures, trépanation, chirurgie des fistules anales). Dans son traité, (*Corpus Hippocraticum)* composé de 72 tomes, on n'en dénombre que 6 consacrés à la chirurgie, exprimant l'estime vouée à cette discipline. Par la suite, Galien, installé à Rome (vers 130 après J.-C.), procèdera à des actes sur des gladiateurs blessés (drainage pleural, sutures…). Galien étudiera également l'anatomie animale (chien) et considérera à tort qu'elle peut être extrapolée chez l'homme.

Ces deux pères de la Médecine sont considérés comme les créateurs de la chirurgie dans le monde occidental, mais de réelles observations aboutiront à de fausses déductions. Leurs écrits resteront alors considérés comme vérité pendant quinze siècles, sans remise en cause de leur savoir (le corps constitué de quatre éléments que sont l'air, le feu, la terre et l'eau ; il contient les quatre fluides que sont sang, lymphe, bile jaune et bile noire ; et il existe quatre caractères, à savoir le chaud, le froid, le sec, l'humide). Cette attitude contribuera au déclin de la chirurgie et à l'absence d'avancée au cours du Moyen-Âge.

A partir de la fin du IIe siècle, la Chrétienté s'installe en Occident. La religion occupe alors une place centrale dans nos sociétés. La médecine n'échappe pas à cette évolution d'autant plus que richesses et connaissances sont détenues par l'Eglise, et que le Clergé dispose de tous les moyens de décision et de répression. La chute de l'Empire Romain d'Occident ira de pair avec le déclin d'une tradition médicale laïque issue de Galien. Le Médecin appartiendra alors au monde ecclésiastique, détenteur de la connaissance, dont le but est le soin du prochain et si possible la guérison du malade (création de l'Hôtel-Dieu de Paris en 651, accueillant indigents et malades). Pendant longtemps les ordres religieux seront ainsi seuls en mesure d'assurer les soins, ce qui donnera naissance à de multiples ordres hospitaliers (ordre du Saint-Esprit en 1178, ordre de Saint-Lazare en 1184). Cet humanisme, admirable, contraste avec des avancées scientifiques inexistantes, permettant seulement de faire persister quelques anciennes et obscures connaissances que rien ne saurait faire progresser.

Cependant, quelques exceptions sont à noter au cours de cette sombre période : les connaissances tirées de la médecine arabe et les enseignements apportés suite à la création de plusieurs école de médecine dans des régions protégées par leur éloignement ou par leur dépendance à l'Empire d'Orient (notamment l'école de Salerne, en Italie).

Au cours du Moyen-Age, de nombreuses écoles de médecine fleuriront dans le monde arabe, de Bagdad à Cordoue en passant par Ispahan, Le Caire, Kairouan… Abulcasis (*Al-Zahrawi* en arabe), de Cordoue (936-1013), fut l'un des plus célèbres savants de son époque, et l'un des premiers à individualiser la chirurgie des autres disciplines médicales. Selon lui, la connaissance chirurgicale est indissociable de la dissection des vivants et des cadavres. Ses travaux amenèrent à de nombreuses découvertes (ligature vasculaire, réductions des luxations d'épaule, trépanation, cures de hernie, cautérisation au fer chaud, chirurgie des varices, description de quelques 200 instruments chirurgicaux). Son principal écrit, « *Al-Tasrif liman Aegiza an al-Ta'lif* » (La pratique), une encyclopédie de 1500 pages divisée en 30 livres, dont le dernier consacré entièrement à la chirurgie, est le plus fameux, et celui qui eut le plus d'influence sur tout le Moyen Âge. Cent cinquante ans plus tard il sera traduit en latin par Gérard de Crémone (1114-1187). Durant toute sa période d'activité, Abulcasis enseigna à de nombreux étudiants venus des quatre coins de l'Europe et du monde arabe, sans distinction d'origine ni de religion.

En parallèle, en Italie, l'école de médecine de Salerne voit le jour au VIIe siècle, puis suivra la première école de Chirurgie au IXe siècle. Les étudiants, comprenant des femmes et affluant de l'Europe entière et du monde arabe, suivaient l'enseignement de laïcs et non pas

de religieux (l'école de médecine fut créée à l'origine par des Bénédictines). L'enseignement théorique est composé de fragments de textes anciens (essentiellement la thérapeutique hippocratique) et l'apprentissage de la pratique se déroule alors à l'hôpital, fait marquant et nouveau à cette époque où l'essentiel de l'enseignement était encore basé sur les lectures en amphithéâtre. L'école de Salerne fut grandement influencée par la médecine arabe, notamment grâce à Constantin l'Africain, médecin nord-africain maîtrisant l'arabe. Suivra la création de l'école de Chirurgie de Bologne, au XIIe siècle, où furent pratiquées les premières dissections cadavériques dans le monde chrétien (1281), rapidement interdites par une bulle du pape Boniface VIII menaçant d'excommunication les « *découpeurs de cadavres* ».

En France, c'est à Montpellier qu'apparaît la première école de Chirurgie, en 1220, grâce à l'autorisation du Pape Honorius III. Elle bénéficie de sa position à la croisée des mondes arabes (Cordoue) et italiens (Salerne, Bologne), même si elle se décrit comme d'inspiration hippocratique (« *Olim Cous nunc Monspeliensis Hippocrates »* - Hippocrate était jadis de Cos, maintenant il est de Montpellier – est la devise de l'école). Guy de Chauliac (1298-1368), un de ses plus illustres élèves, publie en 1398 le premier ouvrage chirurgical français *(« Chirurgia Magna* ») qui fit longtemps autorité. Il reprend et complète toutes les données médico-chirurgicales de l'époque. Chauliac y proclame avec insistance que « tout opérateur doit avoir une connaissance approfondie de l'anatomie en s'instruisant par la dissection de cadavres humains ». En 1340 le pape Clément VI prit pour l'époque une mesure révolutionnaire : il autorisa les autopsies publiques des pestiférés à Montpellier, afin de tenter de découvrir l'origine de leur mal. Cette mesure marque le début des dissections à but médical. Guy de Chauliac participe à des dissections de cadavres qui l'éclairent sur le corps de l'homme. François Rabelais, autre illustre élève de l'école de Montpellier, disait : « *Par fréquentes anatomies (dissections), acquiers-toi la parfaite cognoissance de l'autre monde qui est l'homme* ».

. Les amphithéâtres d'anatomie s'édifièrent alors lentement à travers l'Europe : à Padoue en 1490, à Leyde, à Bologne en 1637 (autorisation d'étudier un cadavre par an), à Bâle en 1588, Paris en 1608. La dissection de cadavres humains exposait en effet à de graves sanctions de la part des autorités civiles et religieuses, craignant des meurtres masqués. En France, plusieurs facultés de médecine apparaissent au fil des siècles, dont celle de Poitiers en 1431.

On assiste à cette période à une laïcisation progressive de la fonction chirurgicale. En 1131, le concile de Reims interdit tout acte médical à son clergé : « *Nous leur interdisons cette pratique (la chirurgie) et ordonnons que les prêtres et prieurs qui agissent dans cette activité soient dégradés et excommuniés* ». En 1163, lors du concile de Tours, l'Église décrète : « Ecclesia abhorret a sanguine » (« l'Église hait le sang »). Avec ce décret, les médecins, la plupart membres du clergé à l'époque, ne peuvent plus pratiquer la chirurgie, et celle-ci est reléguée à un rang inférieur pour de nombreuses années. En 1215, le IVe concile du Latran va plus loin et interdit explicitement aux prêtres d'exercer la chirurgie. Cette interdiction de la pratique de la chirurgie par les médecins conduira des professions comme les arracheurs de dents, les marchands forains ou les barbiers à réaliser des interventions de petite

chirurgie. Hormis sous Jean XXI, pape pendant 9 mois en 1277 et chirurgien de formation, l'Eglise condamne la chirurgie, interdisant recherche et dissection. En effet, la maladie devait rester une décision divine. Ainsi, Michel Servet (1509-1553), l'un des premiers à avoir étudié la circulation sanguine en remettant en cours les théories galéniques, fut brûlé avec ses écrits sur ordre de Calvin. L'instruction du médecin (qui sait lire le latin et a étudié les livres) contraste avec le faible niveau d'étude du chirurgien (qui ne maitrise pas le latin mais possède une connaissance pratique poussée). L'enseignement de la médecine tel qu'il était pratiqué à cette époque, basé sur la scolastique (interprétation des connaissances anciennes par des théologiens afin qu'elles respectent le dogme) ne permirent pas d'avancées scientifiques notables.

A Paris, par bulle du Pape Grégoire IX de 1231 est créée une Faculté de Médecine distincte de la Faculté des Arts, sous le titre de "*Saluberrima Facultas Medicinae Parisiensis*". La Faculté, composée de membres du corps ecclésiastique, a pour principal mission d'enseigner et de faire passer les examens ; elle surveille aussi les chirurgiens et les apothicaires et doit être consultée en ce qui concerne l'hygiène publique. En effet, les chirurgiens n'étaient pas encore admis au sein de la Faculté : ils formaient le Collège indépendant de Saint Côme et Saint Damien fondé en 1260 par Jean Pittard, compagnon de Louis IX à la croisade. Ce Collège délivrait les diplômes de maîtrise de chirurgie, sans avoir recours à la Faculté. Allait alors débuter en France une période de plusieurs siècles de scission et de tension entre le corps médical et le corps chirurgical. La première personnalité éminente de cette confrérie fut Guido Lanfranci, exilé milanais, qui déclarait en 1290 : « Nul ne peut être bon médecin s'il ignore les opérations chirurgicales, de même que nul ne peut opérer s'il ne connaît la médecine. O Dieu, pourquoi existe-t-il une différence entre le physicien et le chirurgien ? Les physiciens ont abandonné les opérations aux laïcs et le vulgaire regarde comme impossible que le même homme puisse connaître à la fois la médecine et la chirurgie ! ».

Pour être admis à la Faculté les étudiants doivent avoir le diplôme de Maître ès Arts, qui correspond à peu près au baccalauréat d'aujourd'hui; ils doivent aussi être catholiques. Ils sont une quinzaine par année. La base de l'enseignement de Médecine était l'étude :

- des "choses naturelles" (l'anatomie et la physiologie),
- des "choses non naturelles" (l'hygiène et le régime),
- des "choses contre nature" (la pathologie et la thérapeutique).

Le costume fait son apparition : pour les leçons, les professeurs portent la longue robe noire, le rabat, l'épitoge écarlate sur l'épaule et le bonnet carré ; dans les cérémonies publiques, ils portent, par-dessus la robe, un manteau rouge à pèlerine de fourrure.

Les études médicales duraient quatre ou cinq ans voire davantage. Pour être bachelier en Médecine, il fallait, après avoir été quatre ans Maître ès Arts dans l'université, faire deux ans d'étude en Médecine et subir un examen, après quoi on était autorisé à revêtir la fourrure pour entrer en licence. Les bacheliers en médecine ne pouvaient exercer dans la ville ou les faubourgs de Paris qu'avec l'assistance d'un docteur.

D'étape en étape, un apprenti médecin était successivement un bachelier, un bachelier émérite, un licenciendaire, un licencié et, enfin, pour quelques privilégiés seulement, un docteur-régent. Le doctorat donnait ensuite le droit d'enseigner et de porter bonnet carré : il était soutenu en grande pompe au son des cloches et moyennant le versement d'une taxe à l'Eglise.

A cet enseignement théorique au Collège s'ajoutait un enseignement pratique à l'hôpital. Les élèves suivaient les visites hospitalières à l'Hôtel-Dieu et à la Charité. Les étudiants qui se destinaient à exercer en banlieue de Paris ou dans la vicomté ou la prévôté de Paris devaient avoir suivi cinq ans d'études dont trois ans dans les hôpitaux. Ils étaient alors « garçons chirurgiens », puis « compagnons ». Ils étaient aidés par les "commissionnés" qui les remplaçaient par la suite lorsqu'ils quittaient l'hôpital. Le règlement imposé aux compagnons était très strict : la bienséance était recommandée, nul ne devait visiter une femme sans la présence d'une autre femme, et bien sûr, ne jamais s'enfermer avec une patiente. Les garçons-chirurgiens portaient le tablier blanc et il leur incombait spécialement de pratiquer les saignées.

Au plus bas de l'échelle se trouvait l'élève (s'apparentant à l'externe d'aujourd'hui). Il devait être âgé d'au moins dix-huit ans, se présenter au bureau avec un certificat de bonne vie et mœurs signé par son curé. Plus tard, il lui faudrait passer un examen devant deux médecins, le maître chirurgien et le compagnon gagnant maîtrise.

A partir de 1662, les élèves reçus externes et commissionnés devaient un droit de lancettes, c'est-à-dire qu'ils devaient donner au maître chirurgien et au compagnon gagnant maîtrise deux lancettes neuves, et une à chacun des douze compagnons.

Il n'y avait qu'un maître chirurgien à l'Hôtel-Dieu, aidé par une sorte de chef de clinique, le « compagnon gagnant maîtrise ». Ce dernier avait une fonction fortement enviée car il faisait un stage de six ans et pouvait ainsi beaucoup apprendre. C'est à partir de 1585 que le terme de « gagnant maîtrise » fut employé. Il donnait le privilège d'être dispensé du diplôme de Maître ès Arts normalement obligatoire pour être maître chirurgien juré, de la soutenance de thèse et du « chef-d'œuvre », soit une série d'examens qui se déroulaient de la façon suivante. « L'immatricule », le premier était une simple formalité, puis la « tentative » portait sur la physiologie. Ensuite venait le « premier examen », deux mois après la « tentative » : neuf maîtres interrogeaient l'élève sur la pathologie chirurgicale. Il y avait ensuite les examens des quatre semaines. D'abord interrogé quatre jours dans la première semaine sur l'ostéologie, le candidat était ensuite questionné sur l'anatomie et les opérations qu'il faisait sur le cadavre. La quatrième semaine était réservée aux médicaments. Lors du dernier examen, l'élève devait répondre à des questions sur la thérapeutique chirurgicale, et enfin il soutenait une thèse latine sur un sujet de chirurgie devant le doyen de la Faculté de Médecine, deux docteurs régents, le lieutenant du premier chirurgien du roi, les quatre prévôts et des officiers du corps des maîtres en chirurgie. Enfin il était chirurgien !

En ces temps, l'exercice de la médecine était répartie entre quatre corps de métier : le Médecin, le Barbier (qui pratiquait quelques gestes simples en plus de son activité), l'Inciseur nomade (souvent un charlatan) et le Barbier-Chirurgien. Ambroise Paré, barbier-chirurgien nommé à Paris à l'âge de 26 ans, contribua grandement à l'essor des connaissances et de la pratique chirurgicale au cours du XVIe siècle. Ne maîtrisant pas la langue latine, et ne pouvant donc pas lire les écrits de Galien, il multiplia les dissections, forgeant ses propres théories. Comme souvent, les guerres furent le terreau de grandes avancées médicales. Présent sur tous les champs de bataille des Valois, Paré put appliquer ses découvertes. Lors des batailles de la campagne du Piémont (1537-1538), il pratiqua les premières ligatures vasculaires, au lieu de cautériser les plaies à l'huile bouillante comme cela était le cas depuis l'Antiquité (car le nombre de blessés augmentant, l'huile vint à manquer). Chirurgien sous quatre rois de France mais n'étant pas autorisé à les soigner car non médecin, père de la chirurgie moderne, Paré se vu décerner le diplôme de Médecin par le Collège de France sur ordre du roi Henri II.

La rivalité entre médecin et chirurgien fut à l'origine de nombreux procès, aboutissant à la dissolution de la Confrérie de Saint Côme en 1660, sous l'impulsion de la Faculté de Médecine et de son Doyen, Guy Patin. On assiste alors à l'union des vrais chirurgiens avec les barbiers, perruquiers… L'arrêt de 1660 précise que les Chirurgiens ne pourront plus porter le titre de Maître ès Arts. Mais dès 1686, le corps chirurgical fut réhabilité, après que Charles-François Félix eut réussi à guérir la fistule anale du roi Louis XIV. Dès 1724, François de Lapeyronie, premier Chirurgien du Roi et confident de Louis XV, obtient la création d'un nouvel enseignement de Chirurgie, indépendamment des Médecins. Le 18 décembre 1731, Louis XV inaugure l'Académie Royale de Chirurgie (actuelle Faculté René Descartes – Paris), lieu de formation et d'innovation, avant de rétablir par décret l'égalité hiérarchique entre médecin et chirurgien en 1743.

Ces institutions seront dissoutes à la Révolution (loi du 8 août 1793). Il faudra attendre 1794 pour voir la réouverture d'une école de Médecine à Paris. Puis vient l'Empire, et les besoins chirurgicaux créés par les guerres napoléoniennes aboutiront à la création de trois écoles de Santé (Paris, Strasbourg, Montpellier) dont le but est de former aussi vite que possible des chirurgiens aptes à traiter la pathologie de guerre. Ainsi, lors de la bataille de Borodino (Italie), Jean-Dominique Larrey pratiquera 200 amputations en une seule journée (exploit à nuancer par un taux de mortalité proche de 30%...). La loi du 17 mars 1808, portant sur l'organisation de l'Université Impériale de France, crée les Facultés de Médecine. Le Chirurgien devient alors enfin un Médecin, qui se spécialisera par la suite en Chirurgie.

C'est au XVIIe siècle qu'eu lieu la première expérience d'apprentissage médical par simulation à grande échelle [26]. Une sage-femme, Madame Du Coudray, décide d'enseigner aux femmes des campagnes de France « l'art des accouchements». Cet enseignement repose sur l'utilisation d'une série de mannequins qui permet de recréer des manœuvres obstétricales. Elle parcourt ainsi la France pendant vingt-cinq ans et forme plus de 5 000 « sages-femmes » grâce à la simulation. Cette formation eut pour conséquence de permettre une diminution du taux de mortalité infantile.

Le XIXe siècle marque le début de l'âge d'or de la Chirurgie. Les avancées dans le domaine de l'analgésie (protoxyde d'azote utilisé par Humphrey Davy en 1800, éther utilisé par Morton en 1846), de l'antisepsie (spray d'acide phénique développé par Lister en 1867), du matériel (Kocher, Péan, Langenbeck…) permettent des avancées chirurgicales rapides.

C'est également au cours de ce siècle que se répand dans la plupart des facultés le principe du compagnonnage chirurgical. En 1889, William Halsted [4], responsable pédagogique à la faculté de Médecine de Columbia (Baltimore-USA), met en pratique sa vision de l'apprentissage chirurgical, basé sur les théories de Théodore Billroth [27], chirurgien allemand exerçant à Vienne dans la deuxième moitié du XIXe siècle. L'apprentissage de Halsted avait été basé essentiellement sur des cours théoriques (lors de sa formation à l'université de Columbia, il n'était pas rare que 500 à 600 étudiants suivent l'enseignement oral d'un Maître, dans des locaux exigus). Selon Billroth, l'apprentissage de la chirurgie comporte plusieurs phases : une première période d'entrainement des gestes basiques (il ne s'agit pas de la tactique opératoire) et de recherche théorique en laboratoire, suivie d'une phase d'autonomisation progressive, avant une période d'activité indépendante. Cet enseignement est basé sur une immersion des apprenants au sein d'une équipe chirurgicale et sur une responsabilisation graduelle. La sélection des candidats se faisait sur la base de leur connaissance scientifique. Billroth et ses disciples développèrent des modèles expérimentaux de simulation chez l'animal, avant de les transposer chez l'homme (drainage pleural par Franz Schuh, laryngectomie par Czerny en 1870, reconstruction après laryngectomie par Gussenbauer en 1874). En 1910, Abraham Flexner, responsable de l'enseignement médical à l'université John Hopkins (Baltimore – USA) publia un rapport [28] visant à modifier le système éducatif médical aux Etats-Unis. Sa philosophie, également fondée sur les pratiques de Billroth, reposait sur le fait d'apprendre en pratiquant ou en résolvant des problèmes, plutôt que sur la mémorisation seule. Cette publication constitua pendant près d'un siècle la base du système éducatif médical américain. Ce compagnonnage chirurgical reste de nos jours le principal mode d'enseignement de la chirurgie, sinon le seul, dans la plupart des facultés et hôpitaux universitaires français. Mais ce système présente de plus en plus de limites, comme nous le verront par la suite.

Durant les années 1950, le Pr Safar, travaillant à l'hôpital de Baltimore, tente de développer les manœuvres de réanimation cardiorespiratoire. Ce travail fait appel à la contribution de volontaires issus de son équipe : ceux-ci sont endormis et intubés... Devant le risque engendré et le manque de reproductibilité de ce modèle, il s'associe avec le Dr Bjorn Lind, un médecin norvégien, afin de créer l'un des premiers mannequins de réanimation cardio-respiratoire (appelé *Resusci Anne*). À cette époque est également développé, par Abrahamson et Denson, le premier mannequin contrôlé par ordinateur, le SimOne [29], mannequin qui inspirera les mannequins haute fidélité actuels [30]. En parallèle à l'évolution technologique, l'utilisation d'un acteur simulant un patient standardisé (lors de la première expérience, il s'agissait d'un cas de sclérose en plaque) commence dès les années soixante aux États-Unis, initié par le Dr Howard Barrows [31].

B. Etat des lieux de la formation française en Chirurgie Digestive

D'après l'arrêté du 22 septembre 2004, publié au Journal Officiel du 6 octobre 2004, et relatif à la réglementation des Diplômes d'études spécialisées complémentaires (ou DESC) de médecine, le DESC de Chirurgie viscérale et digestive est obtenu après :

- un enseignement théorique de 200 heures environ.
- une formation pratique, acquise au cours d'un minimum de six stages effectués dans au moins deux services différents agréés pour le DESC.

A cette maquette a été rajoutée, par l'arrêté du 25 juin 2010, l'obligation d'effectuer au minimum deux stages en hôpital non universitaire pendant le cursus.

L'enseignement théorique est réparti entre les cours de DESC régionaux (48h au cours des trois années de DESC dans la région Grand Ouest) et nationaux (présence obligatoire à quatre séminaires au minimum), les congrès nationaux (en premier lieu ceux de l'Association Française de Chirurgie et de la Société Française de Chirurgie Digestive), et enfin les journées chirurgicales organisées annuellement par les CHU.

L'accès au DESC est possible après validation du Diplôme d'études spécialisées (ou DES) de chirurgie générale (deux premières années d'internat), et ce après accord du coordinateur régional de DESC.

D'après les recommandations de l'Académie Nationale de Médecine [32], publiées en 2005, la formation des internes de chirurgie repose sur trois piliers :

- un enseignement théorique, acquis à la Faculté ou par le biais de cours de DESC.
- un apprentissage au sein de laboratoires (d'anatomie, de chirurgie expérimentale ou de simulation)
- un enseignement pratique (au bloc opératoire et au chevet du patient).

Ainsi, au cours de son cursus, l'interne aura à effectuer un certain nombre de présentations orales, qu'il s'agisse de congrès ou de cours de DESC. Par exemple, dans l'inter-région Ouest (H.U.G.O), la présence à six séminaires (ayant lieu deux fois par an dans un des six CHU de la région, à savoir Brest, Rennes, Nantes, Angers, Tours, Poitiers) est obligatoire. Au cours de ces trois années, un nombre minimum de quatre présentations orales, en amphithéâtre, est à réaliser pour chaque interne. Il peut s'agir d'une présentation portant sur un thème de la spécialité ou d'une présentation de dossier pour discussion, selon un programme de trois années couvrant l'essentiel de la discipline. Par ces

présentations, l'interne est jugé par ses pairs internes ainsi que par le collège de Professeurs de Chirurgie Viscérale de la région présents. Il ne s'agit pas d'une formation sanctionnante, soumise à notation ou obtention de diplôme.

La validation du DESC de chirurgie viscérale et digestive s'obtiendra par publication d'un article dans une revue à comité de lecture, travail qui fera l'objet d'une présentation au cours d'un des séminaires de DESC.

Ainsi, il existe une cohérence dans la formation théorique des internes, avec des objectifs clairs, sans qu'il y ait pour autant de sanctions permettant d'invalider l'interne (pour peu que l'interne s'acquitte des présences et du nombre de présentations requises).

En ce qui concerne la formation pratique, de nombreuses publications (essentiellement anglo-saxonnes [33,34]) ont permis, depuis une quinzaine d'années, de démontrer l'intérêt d'un enseignement préclinique sur animal [35].

Car jusqu'à récemment, la formation des internes de chirurgie reposait sur le principe du compagnonnage, où la transmission du savoir théorique et pratique était assurée au jour le jour par un chirurgien à un interne. A l'heure actuelle, cette pratique représente toujours l'essentiel, si ce n'est l'unique, mode de formation des chirurgiens en France.

Mais rien ne permet de vérifier qu'un interne ayant achevé sa formation est apte à opérer [36].

Plusieurs tentatives récentes, émanant de collège de chirurgie français, ont tenté de réguler la formation pratique des internes de leur spécialité. Ainsi, en chirurgie infantile et en gynécologie-obstétrique, il est remis à chaque interne un carnet de stage, comportant un certain nombre d'objectifs à atteindre (nombre d'intervention à réaliser, acquis de l'interne validés par un maître de stage, …) et qui le suivra tout au long de son cursus.

Cette disposition existe dans certains pays étrangers depuis de nombreuses années. Au Japon, 75 hystérectomies par voie abdominale et plus de 25 par voie vaginale doivent avoir été réalisées en premier opérateur [37]. De même, au moins 350 interventions majeures, dont au moins 120 en premier opérateur doivent avoir été réalisées pour devenir praticien en chirurgie thoracique générale [38]. Aux USA, 35 revascularisations coronaires avec CEC et 50 par voie mini-invasive sans CEC sont requises pour satisfaire à l'American Board of Thoracic surgery [39]. Ce dispositif n'existe pas à l'heure actuelle en chirurgie viscérale et digestive en France.

Ainsi, hormis quelques cas restant heureusement exceptionnels, tout interne pourra accéder à la validation de son DESC, sans que sa dextérité ait à quelconque moment été évaluée et/ou soumise à validation.

C. Problématiques actuelles

Avant de parler de valider la formation d'un interne, il est important de réaliser que cette formation a évoluée depuis quelques décennies. Alors qu'auparavant, l'interne se voyait rapidement et progressivement confier des responsabilités, notamment au bloc opératoire où il faisait parfois office de chef de clinique (CCA), des changements récents ont eu pour conséquence de rendre cette pratique de moins en moins applicable.

1. Réduction du temps de présence hospitalier des internes

Une directive européenne de 1999 [40], relative au temps de travail hebdomadaire des personnels médicaux, limite celle-ci à 48h par semaine, gardes et astreintes comprises, et rend obligatoire une période de repos minimum de 24h par semaine ou 11 heures par jour. Le décret du 10 septembre 2002 [41] fixe en France le statut des internes. Il y est stipulé qu'ils doivent fournir onze demi-journées (de 3h30) par semaine à l'hôpital, ce temps de travail comprenant deux demi-journées hebdomadaires dédiées à la formation. Ce décret de 2002 impose également un repos de sécurité applicable après chaque garde de nuit. On comprendra facilement qu'à raison de 4 ou 5 gardes/astreintes de spécialités mensuelles (auxquelles s'ajoutent les gardes de médecine d'urgence pour les internes les plus jeunes), la durée de présence hospitalière de l'interne se trouverait amputée de plusieurs semaines voire mois à l'issue de ces cinq années de cursus.

Si l'on ajoute à ceci les absences motivées par d'autres besoins de formation, de type Diplôme Inter-Universitaire (DIU), on ampute encore les possibilités de formation pratique des internes. Car même si les cours de DESC tentent de brosser un large éventail de la discipline, il est indispensable de parfaire cette formation théorique par un enseignement complémentaire, payant. Il peut s'agir d'une volonté de l'interne de se spécialiser dans un domaine précis, ou alors lorsque la discipline n'est pas abordée au cours de ces sessions de DESC (ex : traumatologie viscérale), ou enfin parce que le type de chirurgie n'est pas pratiquée dans le service auquel l'interne est rattaché (ex : proctologie dans certains CHU de la région HUGO).

Aux Etats-Unis, la durée maximale de travail autorisée pour un interne est de 80 heures par semaine. Cette limitation fut mise en place dans l'Etat de New-York en 1989 [42], puis secondairement généralisée à l'ensemble des hôpitaux universitaires en 2001 [43], suite

au décès tragique de la jeune Libby Zion en 1984, peu après son admission aux Urgences d'un hôpital new-yorkais. Ce décès était survenu suite à une erreur de prescription d'un interne (*resident*), due selon la commission d'enquête à une surcharge de travail impliquant un manque de sommeil. De nombreuses études ont depuis fait état de l'impact négatif de cette règlementation sur la formation des internes [44,45].

Même si ces modalités ne sont pas appliquées dans tous les services, il existe une réelle volonté des pouvoirs publics de diminuer le temps de travail des internes en médecine, pour calquer son emploi du temps sur celui d'un salarié non hospitalier. Mais il ne faut pas oublier que l'interne reste un étudiant en formation, et que son aptitude à soigner lorsqu'il s'installera sera en grande partie liée au nombre de cas qu'il aura été amené à gérer durant son apprentissage, profitant de l'expérience de ses Maîtres.

Les internes de chirurgie, peut-être plus que n'importe quels autres de par le nombre de gardes/astreintes effectuées au cours de leur formation, sont conscients de ce problème. Dans une enquête nationale menée en 2009 par L. Maggiori et al. [46] auprès de 779 internes de chirurgie (22% du nombre total d'interne en formation à cette période), le temps de travail hebdomadaire retrouvé était de 66.7±12 h. Il y était noté des disparités significatives ($p<0.01$) selon les spécialités (55±11 h. pour l'ophtalmologie, 76±11 h. pour la neurochirurgie). La chirurgie digestive était classée parmi les spécialités les plus chronophages, avec un temps de travail moyen hebdomadaire de 71±12h.

Dans cette étude, le taux d'application du repos de sécurité étaient également mentionné. Sur l'ensemble de la population étudiée, il était de 35%. Mais il n'était que de 21% pour la chirurgie viscérale, alors que ce chiffre montait à 72% pour les internes de gynécologie-obstétrique.

Dans une autre étude menée de février à avril 2011 auprès de l'ensemble des internes du CHU de Marseille [47], il apparaît que 38 % des internes de chirurgie, toutes spécialités confondues, ne souhaitent pas voir appliquer le repos de sécurité. A l'inverse, plus de 94 % des internes de spécialités médicales et de médecine générale souhaitent conserver ce repos post-garde. Pour les futurs chirurgiens, ces absences répétées sont considérées comme un obstacle à leur formation. Leur présence à l'hôpital le lendemain de leur période de garde leur permet en effet d'assurer une prise en charge globale du patient, de l'admission à l'intervention.

2. Augmentation du nombre d'internes

Au début des années 2000, le nombre de postes de chirurgie ouverts à l'internat (qui sera par la suite remplacé par l'examen classant national) a fortement augmenté.

En 1973, l'instauration d'un numerus clausus en première année des études médicales eut pour conséquence de diminuer drastiquement le nombre de médecins formés

chaque année. De 8500 praticiens par an, nous sommes passés à environ 3500 au milieu des années 90.

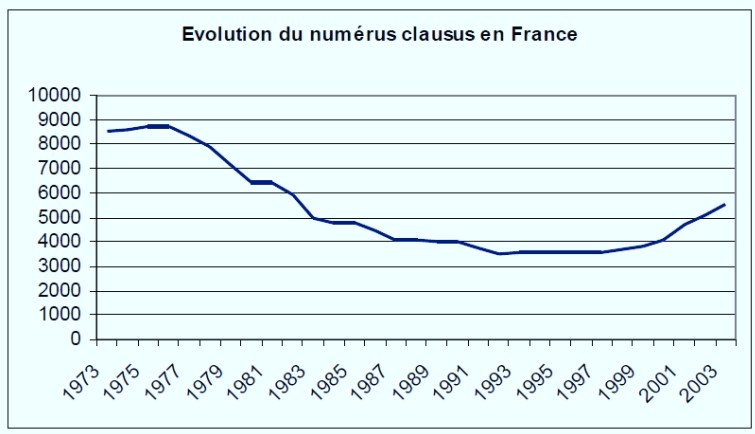


Figure 1. D'après [48].

Mais pour tenter de combler les départs en retraite massif de la génération formée avant l'instauration du numérus clausus, il a été décidé une augmentation brutale du nombre de postes ouverts, à partir de la rentrée 2004. Entre 2004 et 2012, on a assisté à une hausse de 73% du nombre de postes de chirurgie accessibles par l'examen classant national.

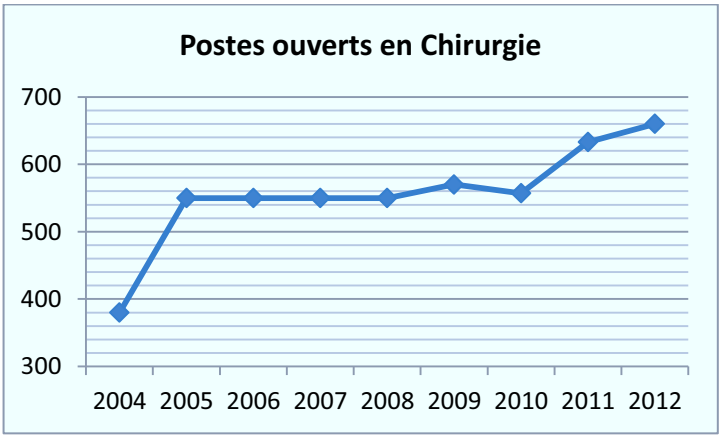


Figure 2. D'après [49].

Cette augmentation fut suivie d'une répartition dans les différents CHU en fonction des besoins estimés en chirurgien pour les années à venir. Elle fut arbitraire, indépendamment des capacités de formation des services concernés, et la plupart du temps sans les avoir au préalable concertés. Ainsi, pour le CHU de Poitiers, le nombre de postes attribués passa de 7 par an au début des années 2000, à 22 par an en 2006. Or, entre-temps,

la taille des services et le nombre de patients pris en charge n'avait pas cru dans des proportions aussi importantes.

La formation des futurs chirurgiens, dans une discipline où la clinique occupe une grande place, en fut par conséquent sanctionnée. Le nombre de patients soignés par interne, de même que le nombre de journées passées au bloc opératoire, furent indirectement proportionnels au nombre de postes ouverts par service. Dans le service de chirurgie viscérale du CHU de Poitiers, nous sommes ainsi passés de 4 à 7 internes par semestre.

Enfin, cette augmentation du nombre d'internes fut réalisée sans que soit pris en compte leur devenir après l'internat (clinicat ou assistanat). Or, cette période de deux années post-internat, obligatoire pour la validation de la plupart des DESC de chirurgie, reste une période de formation. Le chef de clinique/assistant des hôpitaux, outre ses fonctions universitaires, devient chirurgien et commence à pratiquer en toute autonomie. Une étude menée par l'Association Française des Urologues en Formation [50], publiée en 2011 dans *Progrès en Urologie*, avait dressé un état des lieux des postes de chef de clinique-assistant disponibles pour la période 2010-2012. Il ressortait que 32,4 % des internes achevant leur formation en novembre 2010, et 68,4 % de ceux finissant en novembre 2012, ne disposeraient pas de post-internat. Ce constat, rapporté dans de nombreuses enquêtes, a abouti à la création en urgences de postes d'assistant dans des hôpitaux périphériques, postes parfois partagés avec leur CHU de référence. Mais certaines disciplines ne peuvent pas être exercées en centre hospitalier général (chirurgie infantile, chirurgie plastique ….) De plus, le recrutement et la dynamique de formation de ces différents services peuvent apparaître très inégaux.

3. Instauration de la Tarification à l'Activité (T2A)

En 2007, la T2A fut mise en place, suite au Plan Hôpital visant à médicaliser le financement de la santé tout en équilibrant l'allocation des ressources financières. La logique de moyens qui prévalait jusque-là cédait alors sa place à une logique de résultats, conformément à l'esprit de la Loi Organique relative aux Lois de Finances [51]. L'hôpital doit alors fournir des soins de meilleure qualité avec plus de contraintes budgétaires. Cet objectif doit être atteint par une rationalisation des procédures.

Dans le milieu chirurgical, outre les mesures incitant au développement de la chirurgie ambulatoire (hospitalisation inférieure à 24 heures), cette politique passe par une optimisation du taux d'occupation des blocs opératoires. Ainsi, chaque mois, il est établi un taux d'occupation des salles, avec pour objectif que celui-ci reste au moins stable d'un mois à l'autre, au mieux qu'il croisse. Dans une enquête mené en 2008 par la Mission Nationale d'expertise et d'audit Hospitaliers (MeaH) [7], et publiée sous le titre « Benchmark des blocs opératoires dans dix régions pilotes – *Synthèse* », il était retrouvé un taux d'occupation moyen des salles de bloc opératoire, sur l'ensemble des structures étudiées (CHU, CH, privé,

PSPH) de 58 %. Il était retrouvé, sur la journée, une durée effective d'intervention moyenne de quatre heures. L'objectif à atteindre, d'après ce rapport, est de 65 % minimum, au mieux de dépasser 75 %.

Mais former un interne à une technique chirurgicale prend un temps certain. Même s'il maîtrise la théorie avant de pénétrer au bloc opératoire, un interne ne sera jamais d'emblée aussi efficient qu'un chirurgien chevronné. Cette différence de durée opératoire fut étudiée et publiée par Bridges et al. [52] en 1999 dans *The American Journal of Surgery.* Elle portait sur 14.452 interventions réalisées entre juillet 1993 et mars 1997 dans un centre universitaire américain (Knoxville, Tennessee – USA), et comparait les durées opératoires des interventions réalisées par des internes à celles effectuées par des chirurgiens séniors. Voici rapportés dans ce tableau les différences retrouvées concernant certaines interventions de chirurgie viscérale.

Categories Where Resident Time Was Longer						
	Without Residents		With Residents		Difference	
Procedures	# Cases	Avg. Min.	# Cases	Avg. Min.	Avg. Min.	Total Min.
Appendectomy	35	57	125	78	21	2,625
Appendectomy, laparoscopic	26	72	154	94	22	3,388
Bowel resection, low anterior	4	113	48	210	97	4,656
Biopsy, node	77	43	86	56	13	1,118
Cholecystectomy, laparoscopic	294	80	604	89	9	5,436
Colostomy	11	85	65	93	8	520
Colostomy closure	15	110	59	118	8	472
Hernia, inguinal, unilateral	240	70	420	81	11	4,620
Hernia, umbilical	75	45	119	90	45	5,359
Hernia, ventral/incisional	78	87	230	96	9	2,070
Rectal biopsy	3	12	7	37	25	175
Laparotomy/LOA	11	75	32	120	45	1,440
Thyroidectomy	47	99	175	133	34	5,950
Total	3,474		7,313			148,812

Figure 3. D'après [52].

Par exemple, pour réaliser une appendicectomie, un interne mettra en moyenne 21 minutes de plus qu'un praticien. Rapporté au nombre d'interventions réalisées sur la période, et en incluant toutes les spécialités, on arrive à une différence de temps de 148,812 minutes.

Les auteurs ont ensuite multiplié cette durée par le coût estimé d'occupation d'une heure de bloc opératoire, concluant à un surcoût estimé de 527,772 $ sur la période, soit 47,797 $ par interne. Les auteurs ont ensuite tâché d'extrapoler ces résultats à un niveau national, arrivant à un surcoût de 53 millions de dollars.

Cette estimation serait encore plus importante si était prise en compte la masse salariale du chirurgien et des équipes soignantes (anesthésiste, infirmière …), « bloqués » par

le temps nécessaire à l'apprentissage et ne pouvant pendant ce temps s'occuper d'autres patients.

Le développement de la chirurgie ambulatoire [53] implique également une optimisation du temps d'hospitalisation, et notamment de la durée d'intervention. Dans la plupart des centres, les patients traités selon cette modalité sont admis à l'hôpital le matin pour y être opérés au plus tard en début d'après-midi. La période post-opératoire, lorsqu'une anesthésie générale est pratiquée, comporte un séjour en salle de surveillance post-anesthésique, puis une surveillance de quelques heures afin de dépister un saignement précoce, des nausées-vomissements, une rétention d'urine, des douleurs impliquant l'administration d'antalgiques de palier II ou III, etc. Lorsqu'il n'existe pas de contre-indication à un retour à domicile, les patients quittent alors l'hôpital avant la fermeture du service de chirurgie ambulatoire, la plupart du temps en fin d'après-midi. On comprend alors aisément qu'il n'est pas concevable de pouvoir se permettre de doubler le temps d'intervention en laissant opérer un interne débutant.

4. Répartition Public-Privé pour la Chirurgie

Depuis toujours, hôpitaux publics et centres hospitaliers privés travaillent ensemble, se répartissant les interventions chirurgicales en fonction de la pathologie et des compétences de chacun.

Dans un rapport de la Fédération Hospitalière de France publié en 2005 [54], la part des actes chirurgicaux réalisés par les centres privés était évaluée à 70%. Cette répartition s'équilibre pour les gestes de cancérologie (type chirurgie carcinologique colorectale), et devient presque exclusivement hospitalière lorsqu'un plateau technique lourd est nécessaire (greffe d'organe, chirurgie hépato-bilio-pancréatique, chirurgie des cancers œsophagiens …). A l'inverse, certains actes de pratique chirurgicale courante (cure de hernie par cœlioscopie, endoscopie en gastro-entérologie …) sont dans certaines régions quasiment exclusivement réalisés en centres privés. Les anciens chefs de clinique, ayant bénéficié d'une formation polyvalente, sont aujourd'hui les animateurs chevronnés de ces cliniques.

Or, la formation des internes reste en 2012 presque exclusivement assurée par les services de chirurgie des centres hospitaliers publics. Et par conséquent, certains internes auront difficilement accès, durant leur formation, à certaines techniques, rendant leur formation moins polyvalente [55]. On commence cependant à voir apparaitre dans certaines régions, et pour certaines spécialités, des accords public-privé de formation, mais ces cas restent pour le moment anecdotiques.

Le rôle de formation des CHU est également remis en cause par la volonté des patients d'avoir une prise en charge personnalisée. En effet, le patient n'aura qu'un seul

interlocuteur, chevronné, lorsqu'il consultera en clinique. En CHU, la multiplication des intervenants, souvent en formation (stagiaires, externes, internes, médecins), induisant une multiplication des interrogatoires et des examens cliniques, peut apparaître pénible aux yeux des patients. Ainsi, ils demandent chaque jour de plus en plus à être pris en charge par leur chirurgien, qui reste libre de rappeler au patient qu'il se trouve dans une structure universitaire. Il doit également, pour des raisons légales et éthiques, l'informer lorsque l'acte est réalisé par l'interne, sous l'entière responsabilité du sénior, et ne pas se comporter comme « un chirurgien fantôme » déléguant sans être présent [56]. La pérennisation du haut niveau de formation des chirurgiens français passe par cette acceptation.

5. Modifications des procédures et des techniques

Les années 1980 et 1990 ont vu se développer de nouvelles techniques opératoires, au premier rang desquelles la cœlioscopie. Les chirurgiens exerçant à cette période durent commencer par se former eux-mêmes, avec un apprentissage basé sur la pratique clinique et restant non codifié pendant de nombreuses années. Ils ne disposaient donc pas matériellement de temps pour enseigner ces techniques à leurs internes, d'autant plus qu'on voyait en parallèle réapparaitre des complications qui ne survenaient plus en chirurgie ouverte. Vingt ans plus tard, le schéma se reproduit avec l'apparition de la chirurgie robotique [57]. Mais pour cette technique, le développement de simulateur permettra un apprentissage plus sûr et à moindre coût.

L'apparition de nouvelles techniques et de nouvelles prises en charge contraste avec le déclin, voire la disparition, d'autres techniques. Ainsi, l'avènement des inhibiteurs de la pompe à proton (IPP) dès 1989 [58], aujourd'hui à l'origine de 16 millions de prescriptions annuelles, entraina la quasi-disparition des gestes de gastrectomie pour ulcère hémorragique ou perforé. La multiplication des traitements non opératoires en pratique traumatologique (rate, foie) alla de pair avec la raréfaction des gestes d'exérèse en urgence. De même, le développement des techniques de cœlioscopie, et leur utilisation quasi-exclusive pour certains gestes (ex : cholécystectomie) implique une moindre maîtrise des techniques à ciel ouvert.

Chung et al. [18,19] rapportent que si la tendance actuelle se poursuit, le nombre de procédures réalisées par laparotomie aura chuté, d'ici 2020, de 60% par rapport à ce qu'il était en 1993. Réaliser d'emblée une cholécystectomie par laparotomie, ou en cas de cœlioscopie convertie, devient ainsi de plus en plus rare. Qu'adviendra-t-il lorsque les chirurgiens de 2012, ayant appris ce geste en débutant leur formation par cœlioscopie, auront à le réaliser en utilisant une technique qu'ils n'auront quasiment jamais vu ?

Enfin, la chirurgie a toujours été question d'école. Le modèle halstédien a prévalu en chirurgie ouverte pendant des décennies. Basé sur le compagnonnage, à deux chirurgiens

autour d'un patient, il permettait à un novice de voir opérer un senior, d'être aidé par lui puis de pratiquer lui-même. Mais cette pratique reste locale, et la formation de l'interne sera fonction de la façon dont l'encadrant a lui-même appris, de ses habitudes. En effet, il n'est pas aisé d'obtenir une standardisation des pratiques au bloc opératoire, chaque situation étant unique. Ainsi, la formation de l'interne sera fonction des habitus et du recrutement du service, sans pouvoir obtenir une homogénéité des cursus [59].

6. Accroissement de la pression médico-légale sur les chirurgiens

Le métier de chirurgien reste un métier à responsabilité, où des décisions lourdes de conséquences sont souvent prises seul. On estime qu'un chirurgien formé de nos jours sera confronté durant sa carrière à une plainte tous les trois ans, en moyenne [60]. Ce risque restait jusqu'à encore récemment exceptionnel. En conséquence, le montant annuel des primes d'assurances a explosé ces dernières années. Comme le souligne un rapport sur l'Assurance responsabilité civile des professionnels de santé remis en février 2011 au Ministre en charge de la Santé [61], la hausse des primes d'assurance est principalement imputable à une offre de soins à risque croissant et à une exigence accrue des patients.

Le Dr P. Cuq, président de l'Union des Chirurgiens de France, rapportait dans un rapport de 2010 [60] les montants suivants :

- 1500 € par an en moyenne en 1992 (toutes spécialités confondues)
- 3000 € par an en 1997
- 16.600 € par an en 2006.

Il concerne surtout certaines spécialités à haut risque fonctionnel ou vital (ex : neurochirurgie) ou lorsque les conséquences des actes ou manquements peuvent survenir et perdurer à très long terme (ex : obstétrique et échographie materno-fœtale pour le suivi de grossesse). Selon le Syndicat national des gynécologues obstétriciens de France (Syngof), la prime moyenne appliquée aux gynécologues-obstétriciens est passée de 22 000 à 25 000 euros entre 2010 et 2011 ; elle n'était « que » de 17 000 euros en 2006. [61].

Selon un rapport de 2009 de l'Autorité de Contrôle Prudentiel (ACP) portant sur les disciplines à risque [62], seules 15 sociétés d'assurances interviennent sur le marché de la responsabilité civile médicale. Il apparaît que ce marché est particulièrement concentré pour ce qui est de la couverture des professionnels porteurs de risques importants. En effet, les deux premiers opérateurs de ce marché (*la Mutuelle d'Assurance de corps de santé Français ou MACSF, et la Médicale de France*) représentent 68 % des primes pour la gynécologie-obstétrique, 78 % pour l'anesthésie-réanimation et 83 % pour la chirurgie. La situation de quasi-monopole sur ce marché peut constituer un facteur d'augmentation des primes d'assurance. Par conséquent, le retrait d'un seul intervenant sur le segment des professionnels à risque élevé entraînerait une forte hausse des primes. Ainsi, au printemps

2006, la MACSF a annoncé unilatéralement son intention de résilier l'ensemble des contrats de ses sociétaires gynécologues-obstétriciens.

Cette explosion des primes fait écho à plusieurs jugements rendus ces dernières années et ayant entrainé la condamnation de médecins. Dans son arrêt « Perruche » de 2000 [63], la Cour de cassation a jugé que « *dès lors que les fautes commises [...] avaient empêché [la mère] d'exercer son choix d'interrompre sa grossesse afin d'éviter la naissance d'un enfant atteint d'un handicap, ce dernier peut demander la réparation du préjudice résultant de ce handicap et causé par les fautes retenues* ». L'indemnisation susceptible d'être servie à l'enfant handicapé au titre de cette jurisprudence peut atteindre plusieurs millions d'euros dans la mesure où elle est déterminée par les juges en fonction de l'espérance de vie de l'intéressé (de l'ordre de soixante-dix ans). De ce fait, les sociétés d'assurances pouvaient justifier une augmentation conséquente des primes des gynécologues-obstétriciens.

Afin d'éviter la multiplication des recours, l'article 1er de la loi n° 2002-303 du 4 mars 2002 [64] relative au droit des malades et à la qualité du système de santé, repris et modifié par la loi n° 2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, a prévu que le préjudice subi par les seuls parents d'un enfant né avec un handicap non décelé pendant la grossesse à la suite d'une faute caractérisée était indemnisés, mais que « *ce préjudice ne saurait inclure les charges particulières découlant, tout au long de la vie de l'enfant, de ce handicap* ».

Enfin, les exemples de plaintes déposés contre des chirurgiens, en lien avec des actes réalisés par des internes placés sous leur responsabilité, se sont multiplié ces dernières années [65]. L'article R. 6153-3 du Code de la Santé Publique précise, en effet, que : « L'interne en médecine exerce des fonctions de prévention, de diagnostic et de soins, par délégation et sous la responsabilité du praticien dont il relève ».

L'arrêt de la Chambre Criminelle de la Cour de Cassation du 10 février 2009 *(n° de pourvoi 08-80679)* a condamné le Dr B., gynécologue-obstétricien en région parisienne, suite au décès de la patiente, Melle X, survenu en novembre 1997 au décours d'une cœlioscopie exploratrice pour bilan de douleurs pelviennes. L'intervention s'était compliquée d'un choc hémorragique secondaire à une plaie aortique, amenant au décès de la patiente. L'acte avait été réalisé par l'interne sous la supervision de son chef. L'interne, Melle C, avait été relaxée en appel.

Cette issue confirme la jurisprudence de la Cour de cassation de 2006 (*n° de pourvoi 05-82591*), concernant un hématome compressif responsable du décès de la patiente, survenu dans les suites d'une thyroïdectomie totale. L'interne avait tardé à prévenir son chef de service ; qui lui, avait tardé à prendre la décision de ré-intervenir chez cette patiente. L'interne fut relaxé, au titre de l'article R. 6153-3, mais pas le chirurgien.

Le développement d'un tel climat dans le monde chirurgical, même si la situation actuelle en France n'atteint pas le niveau de celle des pays anglo-saxons, ne vont bien évidemment pas dans le sens de la délégation de tâche à l'interne.

7. Problèmes éthiques

Etre opéré par un interne en formation, et l'éventuelle perte de chances qui en découle pour le patient, soulève un problème éthique fondamental. La loi Kouchner du 4 mars 2002 rappelle la notion d'intégrité du corps humain [64]. Alors qu'auparavant, les patients n'étaient pas systématiquement informés lorsqu'ils étaient opérés par des internes en formation (en effet, existe-t-il un moment où l'individu est plus vulnérable que lorsqu'il est anesthésié au bloc opératoire, et qu'il ne peut savoir qui est son opérateur ?), cette attitude est aujourd'hui de moins en moins tolérée. Plusieurs études [66-68] révèlent le manque d'information et l'absence de consentement des patients à être opérés par un « junior ». Dans une étude publiée par Porta et al [6] en 2012, et portant sur 346 patients pris en charge dans un hôpital militaire américain avec fonctions universitaires, il apparaît que 94% des patients interrogés acceptent de participer à la formation des internes. Ce chiffre tombe à 85% lorsqu'il s'agit de la formation des internes en chirurgie. Mais quand on leur demande dans quelles conditions, et par qui ils souhaitent être opérés, ils répondent à hauteur de 67,9 % ne pas souhaiter être opérés par un interne assisté d'un chirurgien sénior. Ce taux de refus monte à 81,8 % lorsqu'il s'agit de laisser l'interne opérer seul, sans superviseur.

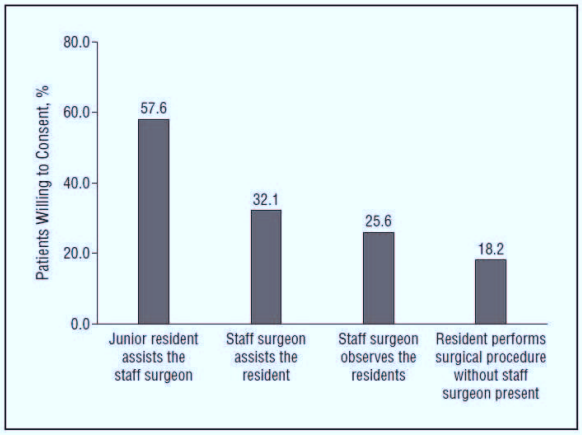


Figure 4. D'après [6].

D. Que pensent les internes de leur formation ?

En août 2011, un questionnaire électronique fut adressé par mail aux 208 internes et CCA inscrits au DESC de chirurgie viscérale et digestive, après accord du coordonnateur national du DESC de chirurgie viscérale (Pr Bressler – Nancy) et du président du Collège de Chirurgie (Pr Bouillot – Paris). Cette étude, menée par Piessen et al. [69] avait pour but de faire un état des lieux des moyens disponibles pour la formation des internes de chirurgie viscérale, et d'obtenir leur ressenti quant à cette formation. Après 2 relances, les investigateurs ont pu recueillir 99 réponses, soit 48 % des effectifs, et analyser les résultats dès le 15 septembre.

Sur l'ensemble des réponses (n=99), soixante et onze (71,7%) étaient internes en chirurgie (ancienneté moyenne : 8 (±1,9) semestres) et 28 (28,3%) étaient chefs de clinique-assistants ou assistants (ancienneté moyenne : 1,4 (±1,0) an). Les sept inter-régions étaient représentées avec un nombre moyen de 14 [7-22] inscrits par inter-région.

Sur l'ensemble de la population ayant répondu, 57,6% (n = 57) jugeaient que leur formation chirurgicale n'était pas satisfaisante, du fait d'un défaut de formation pratique (28,6%), théorique (19,6%) ou des deux (51,8%).

Tableau 1. Réponses concernant la formation pratique. D'après [69].

Formation pratique		n = 99 (%)
Politique des services visant à laisser les internes opérer	Non	69 (69,7%)
	Oui	30 (30,3%)
Simulateur chirurgical	Jamais	30 (30,3 %)
	1 fois par semestre	55 (55,5%)
	1 fois par mois	14 (14,1%)
Chirurgie sur animal	Jamais	30 (30,3%)
	1 fois par semestre	66 (66,7%)
	1 fois par mois	3 (3%)
Chirurgie sur cadavre	Jamais	68 (68,7%)
	1 fois par semestre	27 (27,3%)
	1 fois par mois	4 (4%)

Ces séances de simulation ont été évaluées par les internes, qui leur ont attribué les notes sur 10 points :

- Simulateur : 5 (± 2) points
- Animal : 7 (± 1,9) points
- Cadavre : 6,5 (± 0,4) points

Dans 25 % des cas, ces formations étaient proposées par l'industrie.

Selon les personnes interrogées, la qualité de la formation pratique en chirurgie au cours de l'internat dépendait par ordre décroissant du nombre d'interventions en premier opérateur aidé [8,5/10 (± 1,4)], du nombre d'interventions pratiquées en premier opérateur seul [7,7/10 (± 2,0)], puis du nombre d'interventions auxquelles ils ont assisté en tant qu'aide [7,4/10 (± 1,9)]. Les répondants avaient le sentiment que cette formation pratique chirurgicale était assurée au quotidien par les CCA et les praticiens hospitaliers dans 54,5% des cas et par les PU-PH ou l'ensemble des chirurgiens seniors sans distinction dans 44,4% des cas.

Près de 2/3 des répondants (69,7%) jugeaient que dans les services où ils étaient passés, il n'existait pas de politique visant à laisser opérer les internes. Plusieurs propositions concernant les raisons expliquant qu'on ne laisse pas l'interne être l'opérateur principal sur une intervention courante (vésicule, hernie, côlon par laparotomie) étaient faites. Les résultats sont détaillés dans le graphique ci-dessous. Le manque de temps et le désir du sénior de prendre en charge lui-même le malade étaient majoritairement évoqués (>70%) tandis que la pression médico-légale n'était que rarement évoquée.

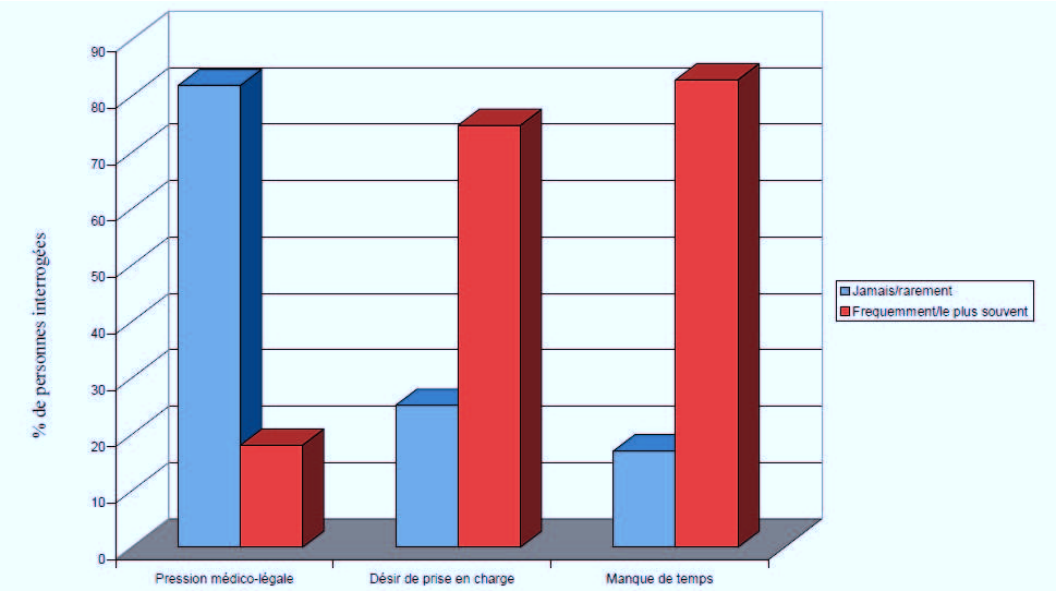
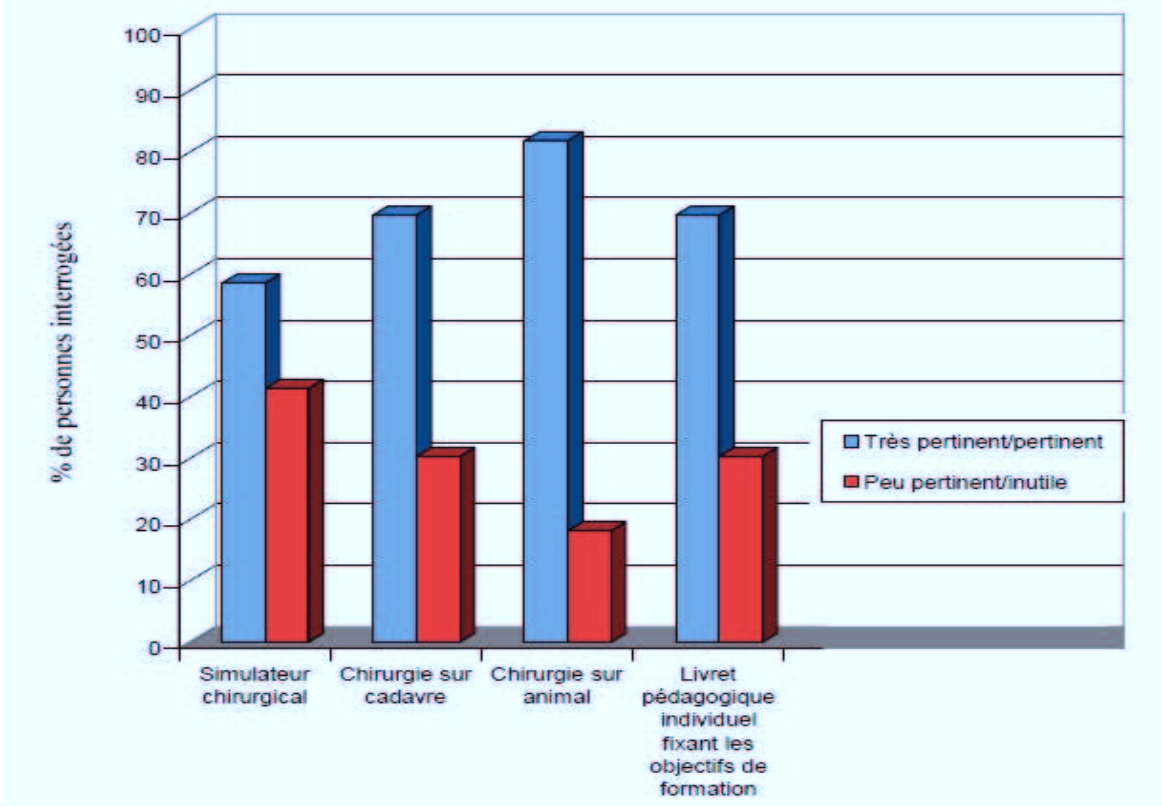


Figure 5. D'après [69].

La majorité des répondants (60,4%) souhaitaient la mise en place d'une évaluation objective de l'apprentissage chirurgical pratique au cours de l'internat de chirurgie digestive et viscérale.

Et enfin, lorsqu'on leur demandait qu'elle pourrait être pour eux le meilleur moyen d'accroître leur performance chirurgicale, ils répondaient dans les proportions mentionnées dans le tableau ci-dessous.

Figure 6. D'après [69].



A. L'apprentissage par simulation

La maîtrise gestuelle, indispensable à l'accomplissement d'interventions chirurgicales, compte parmi les dimensions essentielles de la spécialité [2]. A l'heure actuelle, cette habileté s'acquiert encore essentiellement au bloc opératoire, par compagnonnage [70,71]. Mais de nombreuses barrières à ce mode d'enseignement sont dernièrement apparues [11].

Pour répondre aux difficultés rencontrées pour assurer une formation uniquement sur patient, l'acquisition des gestes techniques élémentaires peut être assurée par simulation, en amont du bloc opératoire [15]. Celle-ci comporte une partie théorique (visant à vérifier les connaissances de l'apprenant, et à éliminer toute fausse intention qui pourrait aboutir à un échec de l'exercice) ainsi qu'une partie pratique. En chirurgie, cette dernière peut se dérouler sur modèle inanimé (pelvi-trainer, simulateur vidéo, cadavre humain) ou sur modèle animal vivant.

La simulation n'est pas une technologie, mais une technique, visant à reproduire ou amplifier une situation, en la transposant dans un environnement s'apparentant le plus possible au monde réel [15]. D'après le rapport de la Haute Autorité de Santé, publié en janvier 2012 [72], le terme de simulation en santé répond à la définition suivante : « Le terme Simulation en santé correspond à l'utilisation d'un matériel (comme un mannequin ou un simulateur procédural), de la réalité virtuelle ou d'un patient standardisé pour reproduire des situations ou des environnements de soin, dans le but d'enseigner des procédures diagnostiques et thérapeutiques et de répéter des processus, des concepts médicaux ou des prises de décision par un professionnel de santé ou une équipe de professionnels ».

Cette simulation existe depuis de nombreuses années dans différents domaines (notamment dans le milieu militaire depuis la deuxième guerre mondiale), et est apparue pour la première fois dans le milieu aéronautique il y a une cinquantaine d'années. [9,10,73]. En France, elle est utilisée dans des domaines jugés désormais très sûrs [10,74,75], pour des raisons de sécurité, économiques (il est plus intéressant d'apprendre à piloter par simulation que de faire voler un avion à vide) ou de faisabilité (les incidents surviennent rarement). Ainsi, il ne viendrait à l'idée de personne de voler dans un avion dont le pilote est totalement débutant. Et d'après Wentink et al. [76], au vu des méthodes d'apprentissage employées, mieux vaut être premier passager d'un pilote que premier patient d'un chirurgien (« *Given their education curriculum, a surgeon would rather be the first passenger of a pilot than a pilot the first patient of a surgeon* »)… Aux États-Unis, en 1999, la publication du rapport « *to Err is Human* » [14] de LT Kohn, permit de prendre conscience de l'importance du facteur

humain dans les erreurs médicales, et l'auteur proposa de développer la simulation médicale comme l'un des moyens d'en réduire la fréquence ou les conséquences.

Le but de la simulation n'est pas d'apprendre à maîtriser une technique chirurgicale identique à celle utilisée chez l'homme. Par exemple, il n'est pas possible de réaliser chez le porc une colectomie en espérant l'appliquer à l'identique chez l'humain par la suite. De nombreuses différences, notamment anatomiques, existent entre les deux modèles.

Mais il apparaît tout à fait possible d'apprendre la gestuelle élémentaires (les « basic skills » des anglo-saxons [15]). Ainsi, pour une cœlioscopie, un interne maîtrisant la mise en place des trocarts, l'insufflation du pneumopéritoine, le repérage en 3D dans une cavité abdominale et la dissection, pour peu qu'il connaisse au préalable les différents temps de la technique opératoire, sera apte à réaliser une intervention simple de type cholécystectomie, sous le contrôle de son Maître.

Pour débuter, quelques définitions méritent d'être posées :

- Comment se déroule un apprentissage moteur ?
- Comment se déroule une séance de simulation ?

1. Quelles sont les étapes d'un apprentissage moteur ?

De nombreuses études réalisées sur les théories de la performance humaine révèlent que l'être humain passe par divers stades lorsqu'il apprend. Ainsi, lorsqu'un sujet s'entraine de façon suivie pour se perfectionner, un observateur est capable de constater le niveau d'apprentissage auquel se trouve ce dernier, sans pour autant déceler exactement comment ni à quel moment exact s'effectue le passage d'un niveau au suivant. Dans la littérature consacrée à l'apprentissage de la chirurgie par simulation, trois principaux modèles sont décrits.

a. Modèle de Fitts et Posner [77]

Dans *Human Performance*, publié par Fitts et Posner [77] en 1967, il est décrit trois stades successifs par lesquels passe l'apprenant lorsqu'il tente d'acquérir la maîtrise d'un geste. Cette théorie est largement répandue dans la littérature sur la simulation chirurgicale [16,78-80].

1- Le stade cognitif (ou stade primaire)

L'apprenant se consacre entièrement à un but : comprendre la tâche à accomplir, et y parvenir. Il s'agit d'une phase d'intellectualisation de la procédure. A ce stade, les performances restent médiocres, le geste erratique, et l'attention de l'élève est occupée à la compréhension de chaque étape élémentaire du geste. Il commet ainsi de grossières erreurs de coordination ou de jugement. Durant cette phase, de nombreux indices indispensables pour l'accomplissement du geste passent inaperçus, car la concentration du débutant est monopolisée par sa performance. A ce stade, l'enseignement et la démonstration sont capitaux. Le Maître, véritable « facilitateur », doit accepter l'exécution fragmentaire de gestes, loin de ce qui est considéré comme un geste optimal, et expliquer à son élève les points qui pourraient être améliorés (c'est le *feedback,* ou critique, des anglo-saxons [16]).

Exemple chirurgical : pour réaliser un nœud, il faut commencer par réussir à tenir correctement son porte-aiguille, en positionnant l'aiguille de manière adaptée.

2- Le stade associatif (ou intermédiaire, ou stade d'assimilation)

A ce moment, l'apprenant maîtrise les étapes élémentaires. Il va alors travailler afin d'être capable d'enchainer ces étapes élémentaires, de manière plus fluide. L'attention ne sera plus portée sur les gestes basiques, et ils pourront être accomplis avec moins de difficultés. C'est à ce stade que seront corrigés les défauts du débutant (gestes superflus, dangereux...).

Ces deux premiers stades sont ceux qui profitent le plus de l'entrainement.

Exemple chirurgical : l'interne réalise un nœud, en cœlioscopie.

3- Le stade d'autonomisation

Il s'agit du stade final de l'apprentissage. L'élève maîtrise alors suffisamment bien les gestes élémentaires pour les enchainer de manière quasi-automatique. Sa perception se raffine, ce qui lui permet de ne retenir que les indices les plus importants. Il peut s'adapter à son environnement.

En chirurgie, ce stade correspond à l'aptitude à opérer (accomplir une technique chirurgicale pré-établie) tout en restant attentif à l'environnement (ex : vaisseau à proximité de la zone de dissection qui risquerait de saigner en cas de gestes malencontreux).

Exemple chirurgical : réalisation d'un nœud sous cœlioscopie pour intervention de Nissen (gastroplastie pour cure de reflux gastro-œsophagien).

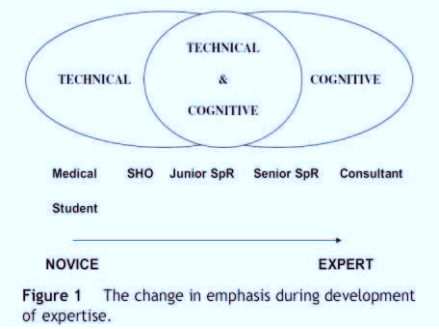


Figure 7 : Schéma d'apprentissage de Fitts et Posner. D'après [79].

b. Modèle de Rasmussen [76,81]

Le modèle de comportement humain de Rasmussen [76] comporte également trois étapes au cours de l'apprentissage.

1- Le comportement basé sur le geste (*Skill-based behavior)*

Ce stade comprend l'ensemble des gestes réalisés de manière automatique, sans interférence de la conscience [76]. L'exécution de la tâche est rapide, basée sur une succession de phénomènes moteurs.

2- Le comportement basé sur la règle (*Rule-based behavior*)

A ce stade, la succession des gestes est imposée par une règle, comme une recette de cuisine que l'on devrait suivre. Ces règles peuvent être dictées par des expériences, heureuses ou non, précédentes.

3- Le comportement basé sur la connaissance (*Knowledge-based behavior)*

Il s'agit du comportement adopté par l'individu lorsqu'il se trouve face à une situation inhabituelle, jamais décrite auparavant. La résolution du problème fera alors appel à ses capacités d'adaptation, basées sur ses connaissances et son expérience. Ces situations sont très fréquentes en chirurgie.

c. Modèle de Kolb [82-86]

Selon David Kolb [82,83], l'acquisition d'une compétence se fait par l'expérience individuelle. Ce mode d'apprentissage, appelé « expérientiel », consiste essentiellement en la transformation d'une expérience vécue en un savoir personnel. L'apprenant, au lieu de chercher à comprendre et à assimiler une information verbale ou écrite, doit pouvoir donner un sens à ce qu'il a vécu et construire des connaissances qui lui seront utiles. Ainsi, le savoir tire son origine des expériences vécues, et il se valide dans de nouvelles expériences.

Ce processus d'apprentissage comporte quatre phases successives, au cours desquelles l'apprenant passera par quatre modes de fonctionnement cognitif. Ces attitudes correspondent à différents modes d'adaptation au réel, à différentes manières d'entrer en relation avec un objet d'apprentissage donné en un moment et dans un lieu donnés.

Les quatre phases successives sont :

1- Phase d'expérience concrète (EC).

Elle permet l'élaboration d'un vécu intime. Durant cette phase, l'individu fonctionne selon un mode « exploratoire » : il agit pour voir le résultat de son action. Il vit son expérience pour réfléchir à celle-ci, et devra prendre du recul pour passer à l'étape suivante. Ce passage aura lieu lorsque l'apprenant rencontrera une difficulté, le forçant à modifier ses connaissances (qui lui apparaitront non adaptées) pour apprendre.

2- Phase d'observation réfléchie (OR).

Il s'agit d'une phase de retour sur l'expérience afin de la comprendre. L'apprenant comparera alors l'action réalisée à son vécu personnel, afin de lui donner un sens. A ce stade, le mode cognitif qui habite l'individu est appelé mode « réfléchi ».

3- Phase de de conceptualisation abstraite (CA).

L'individu tire des conclusions plus générales sur l'expérience vécue. Il peut alors élaborer des concepts (théorie, règles…), afin de les généraliser à d'autres situations. L'individu fonctionne selon un mode « abstractif ».

4- Phase d'expérimentation active (EA)

Des implications pratiques ou des hypothèses peuvent alors être déduites et validées dans l'action (phase d'expérimentation active). Il s'agit d'un réinvestissement dans la réalité des nouveaux concepts (théorique ou pratique) afin de les valider. Le savoir ainsi constitué est réutilisable pour vivre de nouvelles expériences. Le processus est donc séquentiel et cyclique. Le mode d'adaptation de l'individu est dit «vérificatoire ».

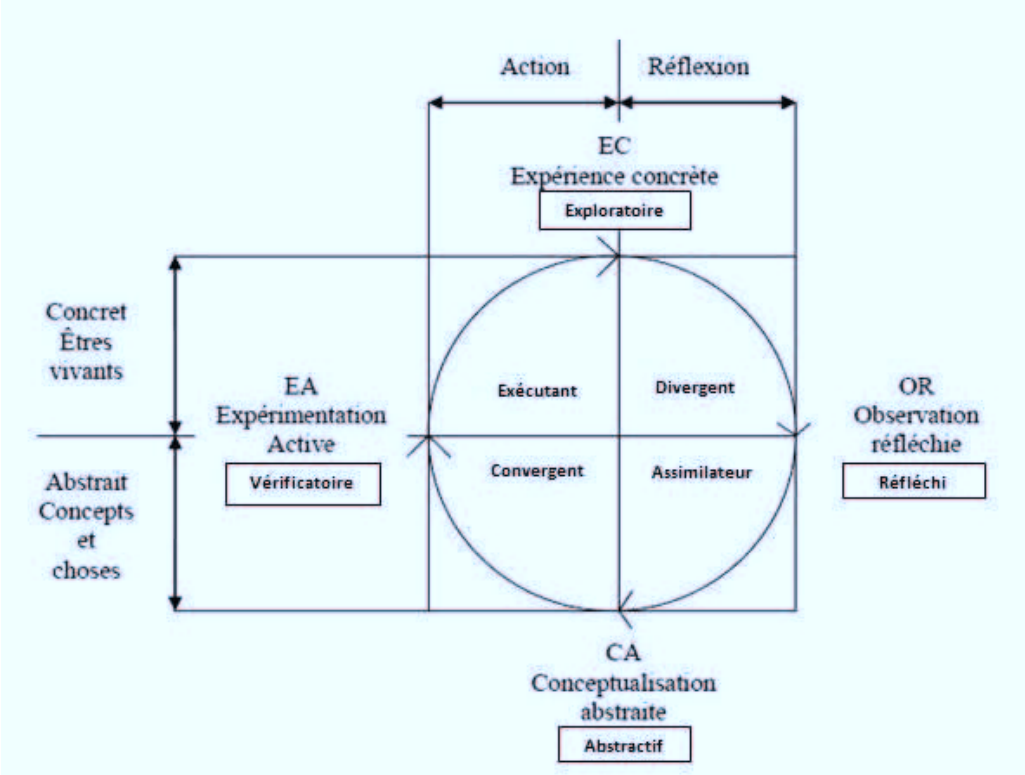


Figure 8 : Cycle d'apprentissage selon Kolb. D'après [86].

On peut alors définir quatre types d'apprenants, selon le mode d'apprentissage qui leur convient le plus [83] :

- Le divergent (concret-réfléchi) : il interprète des situations concrètes, tente de répondre à la question « Pourquoi ? » et de générer des solutions.

- L'assimilateur (réfléchi-abstrait) : il s'approprie les informations et les intègre selon un processus logique. Il cherche à trouver « Quoi ? ».

- Le convergent (abstrait-actif) : il est méthodique, planifie puis décide. Il recherche des applications pratiques aux concepts et aux théories. Sa question est le « Comment ? ».

- L'exécutant (concret-actif) : il met en œuvre des expériences pratiques et s'implique dans de nouvelles actions comportant un défi. Il cherche à savoir « ce qui se passerait si ? ».

2. Qu'est-ce que l'apprentissage par simulation ?

a. Définition

La simulation n'est pas une technologie, mais une technique visant à améliorer les compétences de l'apprenant [15]. Elle sert de répétition avant le geste. En effet, dans le monde de la santé, il n'est plus toléré de nos jours d'entrainement à l'origine d'une iatrogénie inutile [14]. Cette répétition pourra être effectuée autant de fois que nécessaire (en chirurgie, par exemple, il est impossible de revenir en arrière si une erreur a été commise), cette répétition étant gage de progression [87]. La simulation implique la plupart du temps des individus seuls, mais est de plus en plus utilisée en équipes, afin d'améliorer les compétences de chacun ainsi que les relations entre individus au cours d'actions définies [15]. L'apprenant doit, pendant ou au décours de cette formation, être encadré [88], conseillé par des experts. Enfin, le succès de la simulation dépend de la volonté de l'apprenant d'y participer [79,89].

La simulation peut intervenir à tous les moments de la carrière d'un individu [15], « du berceau à la tombe » (*« from cradle to grave »*). Il peut donc s'agir d'individus en formation, mais également d'individus aguerris désireux de mettre à jour leurs connaissances ou d'évoluer dans leurs pratiques [90].

Concernant la plate-forme d'enseignement dont traite ce travail, la simulation trouve parfaitement sa place au sein de la courbe d'apprentissage de l'interne.

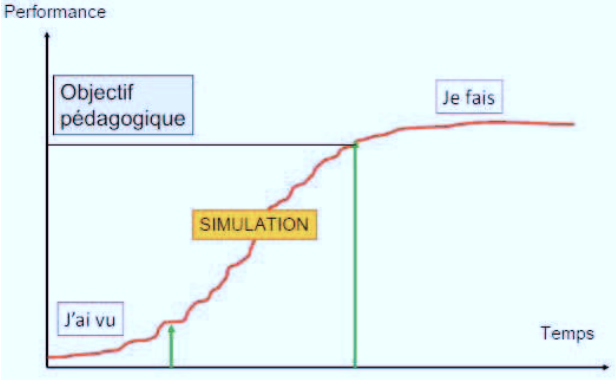


Figure 9 : Place de la simulation dans la courbe d'apprentissage.

b. Les différentes étapes

Une séance de simulation se déroule en trois phases : le briefing, la simulation, le débriefing.

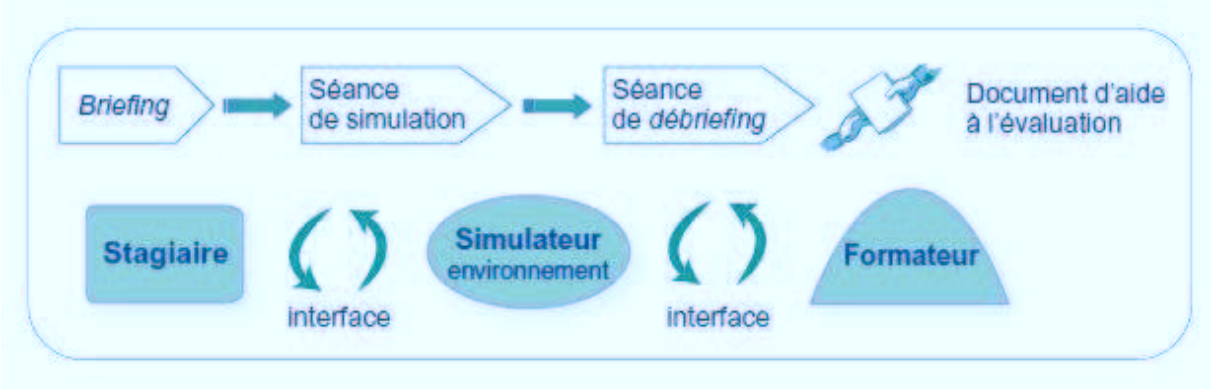


Figure 10. D'après [72].

1- Le briefing

Avant de débuter une séance de simulation, un individu doit maîtriser certaines bases, le plus souvent théoriques. Ce savoir peut être le fruit de l'expérience individuelle de l'apprenant (formation, consensus, lectures) mais doit également être fourni, en amont, par l'équipe menant la simulation (cours, vidéos, site internet). La séance de briefing sert à expliquer les différents aspects de la séance qui va suivre : déroulement, technique, points importants. Il est en effet indispensable de fixer des objectifs précis à cette simulation [15].

L'apprentissage sans objectifs aura pour conséquences d'aboutir à un plateau dans la progression [79,80] Elle permet également d'établir le niveau de l'apprenant (le pré-test), qui sert de base à l'évaluation afin de rechercher un bénéfice éventuel de la formation par comparaison à l'évaluation finale (le post-test).

2- La simulation

La plupart des travaux publiés sur la simulation s'accordent à dire que nous sommes actuellement à un tournant de la formation, notamment en chirurgie, et que la simulation est vraisemblablement ce qui nous permettra à l'avenir d'être autorisés à pratiquer la technique [15]. Les systèmes de santé actuels recherchent tous sécurité, qualité et, lorsque elle ne va pas à l'encontre des deux premiers objectifs, efficacité [14].

La simulation peut revêtir de nombreuses formes. Par exemple, dans l'aéronautique [10], elle consiste en un entrainement sur simulateur vidéo reproduisant le contexte d'un cockpit, et où le futur pilote sera amené à gérer de nombreux scenarii, classiques ou inhabituels. Mais la simulation n'est pas un simulateur, et la question n'est pas de savoir si tel moyen est meilleur qu'un autre [15]. Il s'agit de mettre l'apprenant dans une situation visant à recréer les conditions du monde réel, dans le but d'améliorer ses pratiques. Par exemple, en médecine, discuter d'un dossier avec un confrère, ou jouer un scenario où un étudiant aura le rôle de patient, s'apparentent à des séances de simulation.

Cette simulation ne peut se faire sans évaluation [91,92]. Cette dernière permet de s'assurer de la qualité de l'enseignement, et que cet enseignement se traduit bien par un apprentissage [93]. Gaba et al. [15] estime qu'après un succès lors d'une séance de simulation, 90 % des apprenants réussiront dans la vie réelle. A l'inverse, 5 % des individus l'ayant réussie échoueront lors de l'application, et enfin 5 % de ceux qui avaient échoué à cette séance réussiront par la suite. Enfin, il peut s'agir d'une hétéro-évaluation (par un examinateur), mais aussi, et peut-être même surtout, d'une auto-évaluation par l'apprenant [93-95]. En chirurgie, l'évaluation reste un des points les moins pratiqués, les moins standardisés [16].

Cette évaluation est un jugement, où l'on n'évalue pas les personnes mais leur savoir, leur savoir-être et leur savoir-faire [72]. Elle peut revêtir différentes formes : sanctionnante (de la simulation découle une note), critériée (elle vise l'acquisition de compétences définies), formative (le but est d'accélérer une formation), normée (le but est d'établir la hiérarchie d'un groupe d'étudiant). L'évaluation peut survenir à différents niveaux, selon la pyramide à 4 niveaux de Kirkpatrick [96,97].

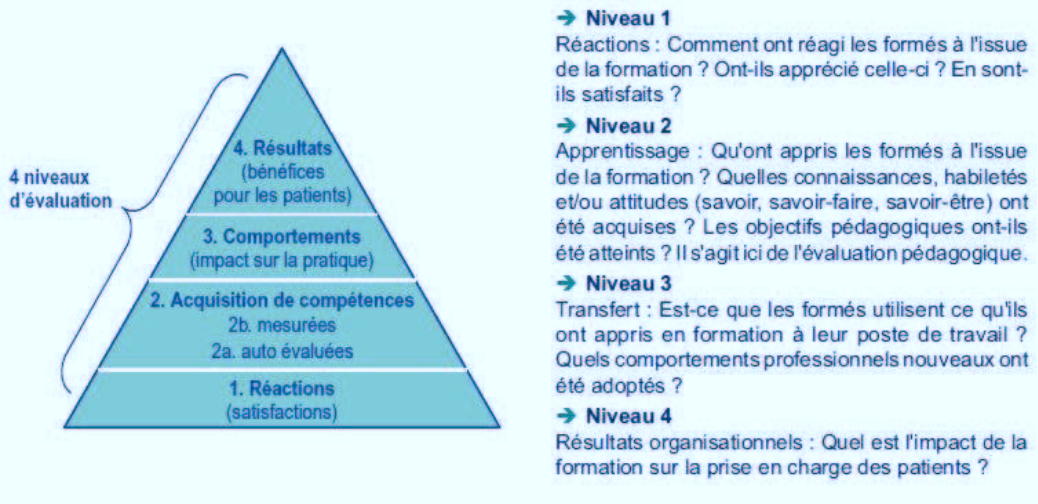


Figure 11. Pyramide de Kirkpatrick. D'après [96], adapté par [72].

Pour être valide, toute simulation doit remporter l'adhésion de l'apprenant et lui fournir un certain degré de satisfaction [89,95]. Ainsi, à la fin de chaque séance, il est remis à l'apprenant un questionnaire d'auto-évaluation, où il lui est demandé de mentionner son impression sur la séance (les points positifs et ceux qui pourrait être améliorés). Le niveau suivant correspond à la vérification de l'acquisition des connaissances. Celle-ci peut revêtir deux formes :

- une hétéro-évaluation théorique (sous forme de questionnaires remplis avant et après simulation) et pratique (sous forme de grilles d'observation qui doivent s'intéresser aux points essentiels et être reproductibles d'un examinateur à un autre)

- une auto-évaluation sur ce que l'apprenant pense avoir appris. Il estimera alors l'impact potentiel que peut avoir cette formation sur sa pratique.

Le dernier point du schéma de Kirkpatrick, et également le plus difficile à démontrer, correspond à l'évaluation de l'impact clinique de cette simulation [98].

En ce qui concerne la formation chirurgicale par la simulation, il est aujourd'hui prouvé qu'elle répond positivement aux niveaux 1, 2 et 3. Des études complémentaires doivent être menées pour évaluer le niveau 4. Dans certaines disciplines autres que la chirurgie, cet impact clinique a été depuis plusieurs années démontré [99,100].

Ces quatre stades de Kirkpatrick s'apparentent au schéma développé par McGaghie, publié en 2010 [101,102], relatif au bénéfice apporté par la simulation médicale. L'auteur apporte en plus la notion d' « efficacité par rapport au coût » et de « taux de rétention de la formation ».

Stade	1	2	3
Amélioration	Savoir-attitude-geste	Soins au patient	Devenir du patient
Cible	Individu-équipes	Individu-équipes	Santé Publique
Moyens	Simulation	Activité clinique	Activité clinique

Tableau 2 : Schéma de McGaghie. D'après [101,102].

3- Le débriefing

Le débriefing (ou *Feedback* dans la littérature) correspond à une phase d'échange et d'écoute active de l'apprenant [103,104], où lui est apporté une information spécifique dans le but d'améliorer sa performance. Cette séance doit se dérouler dans une ambiance apaisée, en dehors du lieu de simulation [105-107]. Il peut survenir immédiatement après le geste ou à la fin de la formation, voir pendant l'exercice [108]. C'est un échange, ouvert et honnête [109-111], où il est plus utile de formuler des bonnes questions que d'apporter des bonnes réponses [104], poussant l'apprenant à effectuer son propre *feedback* [101,102,109,112]. Les actions que l'apprenant a réalisé durant cette formation sont comparées à ce qui est considéré comme une procédure standard [113].C'est une description visant à mettre en exergue les points négatifs, mais aussi positifs, du geste technique, ainsi que les connaissances théoriques [114].Ce réel dialogue entre apprenant et évaluateur permet de franchir le fossé qui existe entre vivre une expérience isolée, et donner un sens à son action [70,71]. Ce débriefing permet de fixer les connaissances acquises, de faire ressortir les zones d'améliorations possibles, et de développer des stratégies pour les appliquer au quotidien [115,116]. Ces séances, essentielles lors des premières simulations [117] peuvent enfin avoir lieu de manière itérative, afin de juger d'une éventuelle amélioration depuis la dernière séance [106] et de vérifier que les compétences acquises sont pérennes [118,119].

3- Apprentissage de la Chirurgie par Simulation

a. Méthode de recherche bibliographique

Une revue de la littérature a été mené sur les bases Medline, Embase et Cochrane, en utilisant les termes « Surgical Simulation » et « Surg* AND (simulat* OR virtual) ». Cette recherche, arrêtée au 1er juin 2012, a permis de retrouver 19 056 références, dont 426 essais randomisés contrôlés et 217 revues de la littérature. La moitié de ces publications date de 2008 ou d'une date ultérieure.

Mais d'après Champion et Gallagher [8], la plupart des études apparaissent de piètre qualité statistique («bad science in the field of medical simulation has become all too common.»)

b. Modèles à disposition

D'après Beyer et al. [120], il existe cinq modèles de simulation pour l'apprentissage chirurgical de la cœlioscopie :

- Les simulateurs simples (les classiques « coelio-box »), qui présentent l'avantage d'être peu onéreux.

Figure 12. D'après [121].

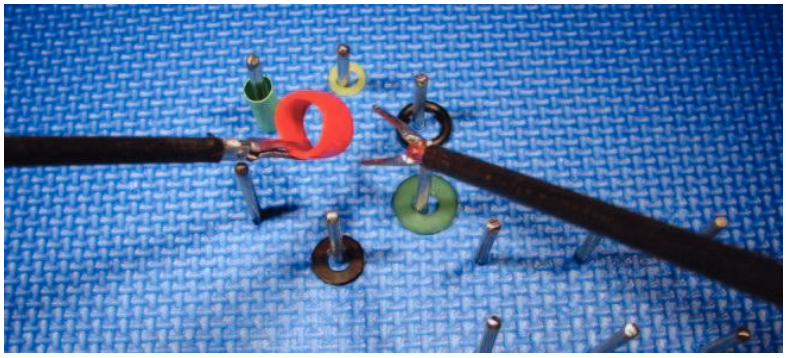


Figure 13. D'après [122].

- Les simulateurs virtuels, plus sophistiqués, permettant l'apprentissage de gestes élémentaires mais aussi la réalisation d'interventions complètes.

- Les simulateurs de réalité amplifiée, combinant les deux techniques précédentes.

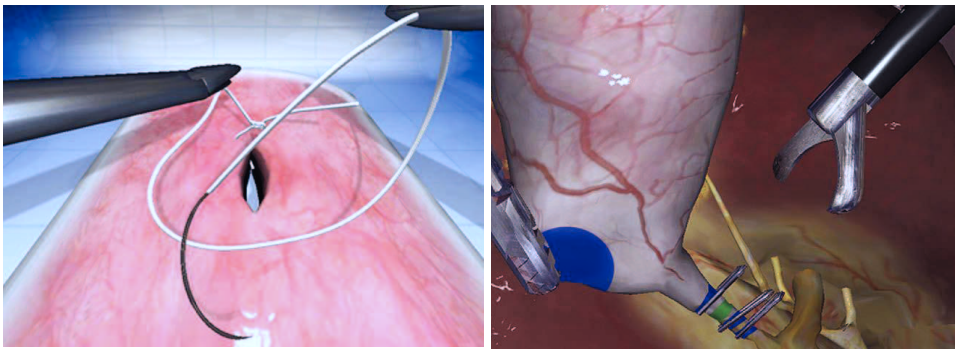


Figure 14. D'après [123].

- Le modèle animal (essentiellement porcin)

- Le cadavre humain, frais ou congelé.

Les avantages et inconvénients de chaque modèle sont résumés dans la figure suivante.

Tableau 1 Différents modèles de simulation en cœlioscopie

Modèles	Exemples	Avantages	Inconvénients
Simulateurs simples	MISTELS, TowerT, SCMIS GEM	Coût Disponibilité Perception de profondeur Sensation de retour de force	Manque de réalisme Entraînement limité aux exercices basiques (manipulation, suture) Autoévaluation limitée au chronométrage (pas de score d'erreur)
Simulateurs virtuels	Lap-Mentor®, LapSim, MIST-VR®	Réalisme Entraînement varié (exercices basiques, procédures chirurgicales complètes) Autoévaluation (score d'erreur)	Coût Disponibilité Perception de profondeur Sensation de retour de force Pas de supériorité démontrée/ simulateur simple
Simulateurs de réalité amplifiée	LTS2000-ISM60, ProMIS®	Réalisme Entraînement varié Autoévaluation (score d'erreur) Perception de profondeur Sensation de retour de force	Coût Disponibilité Pas de supériorité démontrée/ simulateur simple
Modèle animal	Cochon	Réalisme Perception de profondeur Sensation de retour de force	Coût Disponibilité Éthique
Cadavres		Réalisme Perception de profondeur Sensation de retour de force	Coût Disponibilité Éthique

Figure 15. D'après [120].

c. Analyse de la littérature

Quelle est la meilleure façon d'enseigner les bases de la cœlioscopie ?

Cette question fait l'objet de nombreux débats [21]. Cette problématique a été étudiée dans de nombreuses disciplines : chirurgie générale ou digestive [21], gynécologie-obstétrique [33], chirurgie vasculaire [124] ou encore en urologie [125]. Ces modèles doivent tendre le plus possible vers une reproduction fidèle de la situation réelle [126].

La plupart des études tentent de démontrer la supériorité d'un modèle de simulation par rapport à un autre [12,95,127-129]. Si la plupart de ces travaux s'accordent sur le fait que la simulation à un impact positif sur les performances des novices par rapport à des groupes témoins ne bénéficiant pas de cet apprentissage [116,127], la comparaison entre les différents supports n'aboutit pas à des conclusions universellement acceptées. D'après Munz et al. [130], l'amélioration des performances sur un type de simulateur se ressent lorsque le novice s'entraine sur un autre modèle. Ainsi, pour Reznick [16], l'ensemble de ces méthodes sont complémentaires, et il n'existe pas un seul moyen mais un arsenal de moyen de simulation, venant enrichir la formation dite « classique » par compagnonnage.

Le bénéfice apporté par ces apprentissages semble dans de rares cas non ressenti lorsque l'apprenant pratique sur l'humain [12]. Mais le but de nombre de ces travaux a été de démontrer un impact de la simulation sur la pratique au bloc opératoire. Ce bénéfice s'exprime selon différents critères :

- diminution de durée opératoire [111,131,132]
- efficacité lors de la réalisation de gestes complexes [133]
- accélération de la phase d'apprentissage [134-136] et donc raccourcissement de la courbe d'apprentissage ou « learning curve » [137]
- diminution des traumatismes causés aux tissus [138]
- diminution du nombre d'erreurs commises [93,103,104]
- diminution du nombre de gestes inutiles [8,93]
- majoration de la confiance de l'interne, lui permettant de plus se concentrer sur son environnement [21,131].

Pour de nombreux auteurs, ces bénéfices sont vérifiables lorsque l'interne réalise une intervention chez un patient. La plupart des études mentionnent la cholécystectomie [103,139,140], mais également l'appendicectomie [141] et la sigmoïdectomie [142].

Même si un défaut de réalisme du simulateur ne signifie pas qu'il n'apportera pas de formation [143], certains exercices ne semblent pas évaluables sur modèles inanimés, en raison d'un degré de réalisme trop peu important [144]. A ce titre, le modèle porcin a depuis de nombreuses années démontré sa supériorité sur les autres modèles animés [145], notamment parce que la dissection n'est pas possible sur simulateurs virtuels [16]. L'absence de retour de force, et la perte du ressenti des tissus, font des simulateurs basiques des modèles plus éloignés de la réalité [146]. A l'inverse, la prise en main des tissus et leur résistance sont proches chez l'homme et le porc [147].

Le coût de cette simulation, notamment le prix d'achat parfois élevé de certains simulateurs électroniques [127] est souvent mentionné. Mais il faut garder à l'esprit que la formation classique a également un coût certain [52].

L'ensemble des études rapporte la nécessité de mettre en place un programme précis pour la réalisation de ces séances de simulation, comprenant les étapes déjà citées (briefing, simulation, débriefing [148]). Pour profiter pleinement de la situation, des pré-requis théoriques, souvent enseignés sur support vidéo [149], sont indispensables. Parmi ces phases, le débriefing ressort dans la plupart des publications comme facteur essentiel de progression [93,95,148]. Ces constatations sont les mêmes que celles rapportées par l'HAS dans un récent rapport [72] : rôle essentiel du débriefing (47% des articles retenus dans cette revue de la littérature), intérêt de la pratique répétée (39% des articles), avec des objectifs pédagogiques,précis et explicites, permettant des comparaisons et des résultats

mesurables, ainsi que l'utilité d'avoir des exercices de difficulté croissante. De même, il ressort comme très bénéfique pour l'interne d'être soumis à une évaluation [141].

L'évaluation telle qu'elle a été décrite précédemment [91], est difficilement réalisable au bloc opératoire [150] mais faisable en amont. Celle-ci peut se faire selon différentes procédures (objectif de temps, objectif de score, évaluation du nombre de gestes inutiles [93,116]…). Le simulateur vidéo apparaît alors particulièrement intéressant, fournissant dès la fin de la procédure un compte-rendu détaillé de la simulation [113]. En 1997, Martin et al. [59] ont publié une grille d'évaluation intitulée *Objective Structured Assessment of Technical Skill* (*OSATS*), abondamment reprise et validée dans la littérature [151]. Elle résume la plupart des paramètres d'évaluation retrouvés dans la littérature : respect des tissus, durée, tenue des instruments, connaissance du matériel, usage de l'aide-opératoire, fluidité de l'intervention, connaissance de la procédure [59].

La learning curve est variable d'un interne à un autre. Certaines simulations sont basées sur un nombre précis de procédures ou une durée limitée de réalisations [152]. La simulation basée sur la réussite d'objectifs précis, quels que soient la durée ou le nombre de répétitions nécessaires, semblent apporter une formation plus homogène dans les populations d'internes [153,154]. On retrouve alors l'intérêt de la simulation, qui permet de répéter à l'infini une procédure, si besoin une procédure difficile, jusqu'à la maîtriser [79].

Dans certains pays, la simulation fait désormais partie intégrante de la formation initiale. Aux Etats-Unis, la mise en place d'un programme d'apprentissage de la gestuelle de base en cœlioscopie, baptisé *Fundamentals of Laparoscopic Surgery* et mis en place par l'*American College of Surgeon*, date de 2004 [129]. Cette formation, depuis validée par des milliers de *résidents* de part le monde, est devenue obligatoire depuis 2009 pour se présenter à l'examen de qualification en chirurgie générale de l'*American Board of Surgery* [155]. Ce programme est basé sur le modèle d'entrainement *MISTELS (*McGill Inanimate System for Training and Evaluation of Laparoscopic Skills [87,122]. Il s'agit d'un examen d'évaluation théorique (75 QCM à remplir en 90 minutes) et technique (5 exercices : transfert d'anneau, découpe d'une compresse, ligature, réalisation d'un nœud extracorporel et intracorporel) qui a depuis longtemps montré son intérêt [128,129,156].

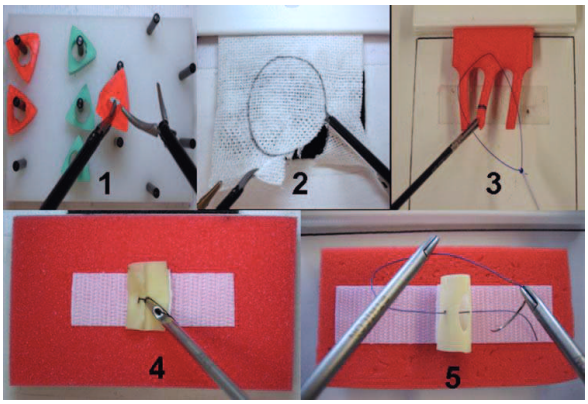


Figure 16. D'après [157].

Lors de cet examen, un score minimum est indispensable pour valider la formation. Le succès lors de l'épreuve pratique impose de réussir l'exercice avec un score minimal et dans un laps de temps imparti. Ces critères ont été définis à partir de scores moyens de réalisation de l'exercice par un panel d'experts, auxquels ont été ajouté deux écart-types.

Une récente étude européenne, issue du travail de médecins originaires de cinq pays du continent (Grande-Bretagne, Suède, Pays-Bas, Danemark, Italie) a tenté de poser les fondements d'un programme de simulation par simulateur vidéo, qui serait intégré à la formation initiale des internes [144].

Il est intéressant de noter, dans des publications étudiant les performances d'internes en formation sur plusieurs générations, une amélioration progressive des scores de pré-test des novices. Cette évolution est attribuée à une mise en contact avec la cœlioscopie très précoce au cours de la formation [158]. D'autres estiment que cette aptitude « innée » est liée à l'arrivée d'une génération ayant grandi en pratiquant les jeux vidéos [159]. Ainsi, la perte de la vision en 3D sur écran lors de procédures cœlioscopies ne semble pas être une gêne [160].

Cette simulation peut survenir à tout âge de la formation d'interne [15]. La période où elle semble le plus utile est en début de cursus [161-164], mais elle peut aussi être utile pour des chirurgiens confirmés [148]. Outre la période à laquelle cette simulation se déroule, les conditions physiques dans lesquelles se trouve l'interne lorsqu'il pratique sont importantes. Il a été démontré que le stress [105-107] et la fatigue [165] causés par les fonctions hospitalières étaient néfastes à la performance. Ces deux paramètres ne sont pas présents lors des séances de simulation.

Le degré d'adhésion (taux de satisfaction) des internes à ces séances de simulation est dans la plupart des études excellent [153,154]. L'impact de la formation est plus important lorsque les internes pratiquent de leur propre volonté [166]. Mais il est nécessaire de fixer des objectifs [93], la pratique libre sans but aboutissant à une phase de plateau dans l'acquisition de connaissances [21,131].

B. Bases anatomiques du modèle porcin

1. Validité du modèle porcin

Dans le domaine de la chirurgie expérimentale, Swindle [145] démontra, dans les années 70, les bénéfices apportés par le modèle porcin. Il s'agissait de remplacer le chien, animal principalement utilisé pour l'expérimentation jusqu'alors, suite à des pressions de l'opinion publique. L'auteur explique que le porc est un modèle préférable au chien car possédant plus de similitudes anatomiques avec l'homme. Le porc est également beaucoup plus intéressant sur le plan économique : il est moins cher à l'achat et son entretien journalier est moins couteux. Panepinto et al. [167] décrivent les inconvénients de cet animal dans un laboratoire. Tout d'abord les techniques de logement de l'animal dérivent de l'agriculture et sont donc difficiles à mettre en place. De plus la contention d'un porc exige souvent une force importante. Les structures ont cependant réussi à adapter leur fonctionnement pour diminuer le stress des animaux et des animaliers.

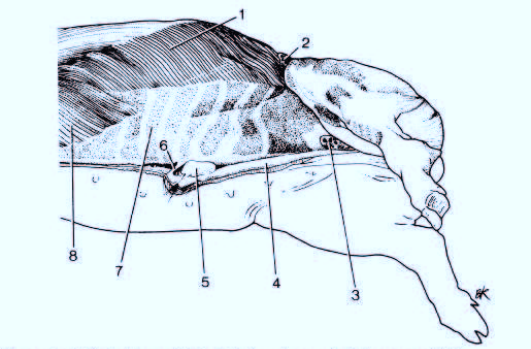
Il s'agit d'un support utilisé dans de nombreuses spécialités chirurgicales (gynécologie [34], chirurgie vasculaire [168], urologie [125,169], chirurgie thoracique [35], orthopédie [170]) mais également médicales (anesthésie-réanimation [171], médecine d'urgence [147] …).

Il s'agit de l'animal le plus adapté pour la recherche expérimentale en chirurgie digestive [172]. L'intérêt principal est de pouvoir effectuer des dissections [16] avec des tissus ayant une consistance proche de celle de l'homme [173]. Et même si la plupart des gestes peuvent être appris par simulation sur modèle inanimé (pelvi-trainer, box …), il apparaît essentiel pour Izzat et al. [173] d'avoir pratiqué sur un organisme vivant afin de se familiariser à la fragilité des tissus et d'apprendre la manière de réagir face aux difficultés (saignements, rupture d'organe, « patient » instable …). Le porc présente cependant l'inconvénient de coaguler plus rapidement et de mal tolérer le saignement [174].

De nombreuses études ont également montré son intérêt en chirurgie cœlioscopique [175]. Dans un travail de Tréguier S. [176], il est rapporté que les capacités de distension de la cavité abdominale du porc, ainsi que ses similarités anatomiques avec l'homme, confèrent à cet animal des caractéristiques suffisantes pour être un modèle réaliste. Kopchok et al. [177] considèrent le porc comme un modèle fiable pour acquérir la maîtrise des instruments cœlioscopiques.

2. Anatomie de l'abdomen de porc

D'après Dyce et al. [178], la paroi abdominale du porc comporte une succession de couches musculaires, comme chez l'humain. Le plan cutané recouvre un épais muscle peaucier du tronc, s'étalant de la colonne vertébrale jusqu'à la ligne blanche abdominale. Dans un plan plus profond, on retrouve une paroi ventro-latérale formée de muscles répartis en trois plans (de la profondeur vers la superficie : transverse, oblique interne, oblique externe), et se continuant médialement avec le muscle droit abdominal. La ligne blanche abdominale (ou *linea alba*) apparaît filiforme chez le porc. De plus, la présence du méat urinaire faisant suite à un urètre de trajet superficiel, est à prendre en considération lors de l'abord laparotomique médian. Ces plans successifs sont entrecoupés de couches graisseuses épaisses chez le porc adulte, raison pour laquelle la plupart des animaux utilisés en chirurgie expérimentale (y compris dans notre étude) sont de jeunes porcelets d'environ 30 à 40 kg. Ainsi, il apparaît que la paroi abdominale du porc, présentant de nombreux points communs avec celle de l'homme, est un modèle réaliste d'abords laparotomique et cœlioscopique.



Vue ventro-latérale de la paroi abdominale (muscle peaucier du tronc non visible)

1. Muscle oblique externe; 2 et 3. Noeuds lymphatiques; 4. Urètre; 5. Diverticule préputial; 6. Ombilic; 7. Muscle droit abdominal

Figure 18. D'après [178].

Le thorax et l'abdomen de l'animal sont aplatis latéro-latéralement (aplatissement dorso-ventral chez l'homme).

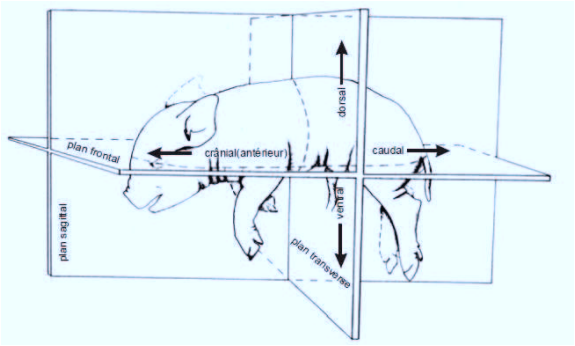
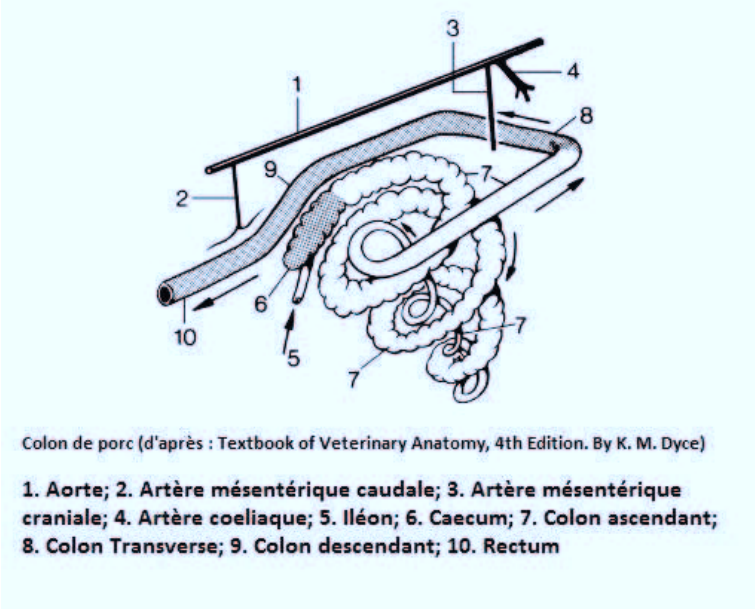


Figure 19. D'après [178].

D’après Richer et al. [179], le tiers supérieur de la cavité abdominale est masqué par les lobes hépatiques antérieurs. Le foie possède 6 lobes bien individualisés. Sa systématisation est droite-gauche, mais aussi dorso-ventrale. En décubitus dorsal, les lobes hépatiques antérieurs recouvrent l’estomac, volumineux. Celui-ci de grande capacité (identique à celle de l’homme adulte pour un porc de 40Kg) présente une morphologie ovoïde, allongée transversalement, avec deux renflements. Le “capuchon” correspond à une grosse tubérosité très développée. La région antrale en situation médiale se poursuit par une anse duodénale après un pylore à orientation crâniale. La rate est très allongée le long de la grande courbure gastrique.



Colon de porc (d'après : Textbook of Veterinary Anatomy, 4th Edition. By K. M. Dyce)

1. Aorte; 2. Artère mésentérique caudale; 3. Artère mésentérique craniale; 4. Artère coeliaque; 5. Iléon; 6. Caecum; 7. Colon ascendant; 8. Colon Transverse; 9. Colon descendant; 10. Rectum

Figure 20. D’après [178].

Les deux tiers inférieurs de l’enceinte abdominale sont occupés par les circonvolutions du grêle à droite et par le côlon en disposition hélicoïdale à gauche. Mais il ne s’agit pas d’un aspect en “mésentère commun”. Cette présentation résulte d’une torsion intestinale antihoraire de 360 ° autour du pédicule mésentérique. Le duodénum, en effet, croise dorsalement et de droite à gauche le pédicule mésentérique crânial. Puis il contourne son bord gauche, avant de recroiser ventralement ce pédicule. Il se continue alors dans la partie droite de l’enceinte abdominale par l’intestin grêle. Le corps du pancréas est enchâssé dans la concavité de l’anse duodénale. Il présente deux cornes. L’une, transversale et crâniale, longe le pylore puis la grande courbure de l’estomac. La seconde, caudale, semble suivre l’enroulement vasculaire du duodénum, affectant des rapports très étroits avec le côlon initial.

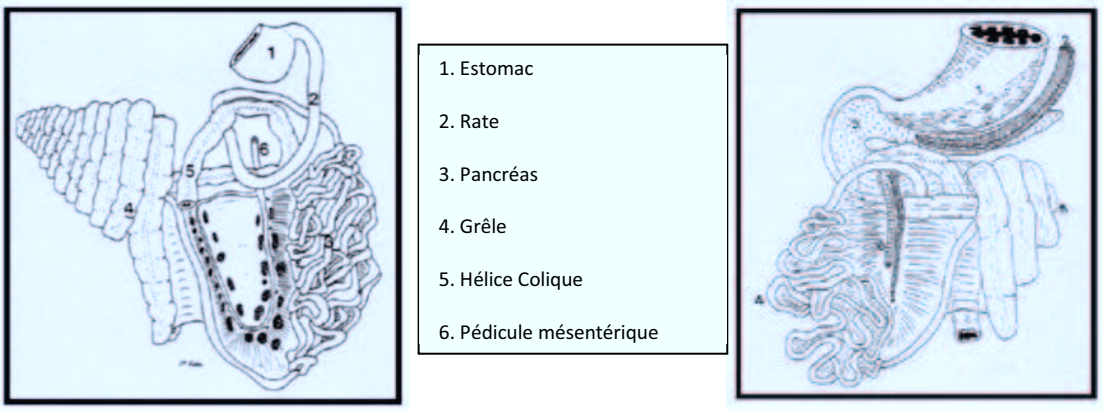


Figure 21 : Viscères abdominales du porc. D'après [179]

Le grêle chez le porc adulte mesure de 16 à 20 mètres et présente de nombreuses circonvolutions. Seul son segment terminal est rectiligne et longe la partie initiale du côlon (base de l'hélice colique) auquel il est uni par un fascia. L'appendice, long et d'un calibre identique au grêle, est également étroitement fixé à cette jonction iléo-colique.

Le côlon hélicoïdal est formé de deux jambages (l'un d'amont, l'autre d'aval) enroulés en tours de spires. Le côlon d'aval émerge de la base de cette hélice colique. Il participe à la torsion intestinale antihoraire de 360° autour du pédicule mésentérique crânial. Il suit, à cet endroit, le trajet inverse du duodénum auquel il est accolé. Il passe ainsi, en avant, à droite, puis en arrière de ce pédicule. Après une angulation para-sagittale gauche, le côlon terminal gagne le pelvis. Il est appendu à un court méso libre et flottant et reçoit sa vascularisation par un pédicule mésentérique caudal (inférieur) plus distal.

D'après Richer [180] et Carretier [181], la complexité des rapports intestinaux, autour du pédicule mésentérique crânial, est majorée par les moyens de fixité des viscères abdominaux chez le porc. La suspension du tube digestif se fait essentiellement sur un mode ligamentaire chez ce quadrupède, définissant un haubannage pour l'ensemble des viscères abdominaux. Il n'existe qu'une étroite zone d'accolement dorsal qui concerne l'enroulement intestinal autour du pédicule mésentérique crânial. Elle recrute la jonction duodéno-jéjunale, la corne caudale du pancréas, la base de l'hélice colique et le segment colique qui la poursuit jusqu'à son angulation gauche et paramédiane. Le côlon terminal qui fait suite à cette angulation redevient libre et flottant. L'accolement dorsal se fait au niveau de l'origine de l'artère mésentérique crâniale avec la face ventrale des gros vaisseaux au niveau des vaisseaux rénaux, et avec la région médiale des ensembles réno-surrénaliens droit et gauche. L'accolement pancréatique aux plans dorsaux remonte de l'ostium de l'artère mésentérique crâniale, jusqu'à celui du tronc cœliaque.

Le foie est maintenu par des ligaments triangulaires droit et gauche lâches, et par un ligament falciforme étendu vers la région ombilicale très caudale. Il est sensible aux manipulations dans cette position en décubitus dorsal, et présente alors rapidement des signes d'ischémie sous l'aspect d'un assombrissement de sa coloration et d'une sudation capsulaire. La rate n'est à aucun endroit accolée aux plans dorsaux. Il en est de même de l'anse duodénale (et du corps du pancréas enchâssé), du grêle, de l'hélice colique en dehors de sa base et du côlon terminal.

Concernant la vascularisation des viscères abdominaux [179], trois axes principaux naissent de la face ventrale de l'aorte avant sa terminaison en 5 branches (iliaques internes et externes bilatérales et sacrée médiale). A direction sagittale, ce sont les artères cœliaque (en fait hépato-splénique), mésentériques crâniale (supérieure) et caudale (inférieure).

Le tronc cœliaque est court et naît entre les piliers diaphragmatiques au niveau de la dernière vertèbre thoracique. Il traverse parfois le pilier diaphragmatique gauche. Dorsoventral, presque sagittal, il décrit une légère courbure à concavité crâniale et droite. Il se termine en deux branches splénique et hépatique.

L'artère splénique prend une direction transversale et gauche pour rejoindre la grande courbure gastrique et atteint le hile splénique à la partie moyenne de la courbure de l'estomac. Elle participe à la vascularisation de la partie proximale du duodéno-pancréas (corne proximale), de l'estomac, de la rate et de l'omentum. Elle contribue à former le cercle de la grande courbure gastrique.

L'artère hépatique prolonge le trajet sagittal et dorso-ventral du tronc cœliaque. Dorsale à son origine, puis latérale gauche par rapport à la veine porte dans le pédicule hépatique, elle ne devient ventrale au système veineux portal qu'à sa terminaison.

L'artère hépatique donne des branches duodéno-pancréatiques tout au long de son trajet. Elle émet une branche principale, gastrique (droite) ou gastro-duodénale, destinée à la vascularisation de la petite courbure gastrique, le plus souvent très précocement en aval de son origine. Une seconde branche gastrique, inconstante, peut naître du tronc ou des terminales (préférentiellement droites) de l'artère hépatique. Cette dernière participe au cercle artériel de la petite courbure gastrique. L'artère hépatique distribue, accessoirement, au cours de son trajet des branches à direction ventrale ou dorsale aux 6 lobes hépatiques. Elle se termine, le plus souvent en arc de cercle abandonnant successivement les branches destinées aux lobes hépatiques droits puis les branches destinées aux lobes gauches. Les branches gauches donnent une artère gastrique (gauche) qui se dirige vers le cardia, participant au cercle vasculaire de la petite courbure gastrique. Cette dernière artère gastrique semble ainsi, poursuivre l'arc de cercle de la terminaison de l'artère hépatique. La veine porte du greffon doit être abordée à la partie basse du pédicule hépatique et par sa face ventrale, afin d'éviter de léser l'artère hépatique ou ses branches.

L'origine de l'artère mésentérique crâniale est masquée par l'enroulement et les accolements intestinaux. Elle donne trois types de branches principales : grêliques vers les circonvolutions droites, coliques vers l'hélice gauche et iléo-coliques poursuivant le trajet de

l'artère vers la partie distale de la palette mésentérique et la région iléo-caeco-appendiculaire. L'artère mésentérique crâniale donne à son origine la vascularisation d'une partie du duodéno-pancréas (anse duodénale, corps et corne distale du pancréas), sous la forme de collatérales disposées de façon radiées en suivant l'enroulement intestinal.

L'artère mésentérique caudale naît très distalement et vascularise le côlon terminal. Elle n'est pas intéressée dans notre modèle. Cependant lors du lavage aortique, elle assure un repère fiable pour le clampage aortique distal qui est réalisé immédiatement en amont de son ostium. La distribution artérielle est située sur la gauche de l'arborisation veineuse, dans la position chirurgicale en décubitus dorsal de référence.

La disposition du rétro-péritoine (médian et latéral) a été décrit par Mornet [172] en 1982.Il contient les vaisseaux rétro-péritonéaux (aorte et veine cave) ainsi que l'appareil urinaire. L'aorte naît du cœur dans la cavité thoracique et réalise un trajet d'abord ascendant puis un arc aortique à direction dorsale et latérale gauche passant au-dessus du tronc de l'artère pulmonaire avant de présenter un trajet descendant sur la face ventrale du rachis jusqu'à la coupole diaphragmatique : l'aorte ainsi décrite prend le nom d'aorte thoracique. La traversée diaphragmatique siège au niveau de la dernière vertèbre thoracique, puis sur la face ventrale de l'aorte on retrouve le tronc cœliaque. L'aorte abdominale présente un diamètre moyen de 1cm chez le porcelet, sa paroi est souple et résistante et mesure environ 1mm d'épaisseur. Trois axes principaux, précédemment décrits, naissent de la face ventrale de l'aorte avant sa terminaison en 5 branches (iliaques internes et externes bilatérales et sacrée médiale). La veine cave caudale prend son origine des veines des membres inférieures, elle chemine le long du bord droit de l'aorte abdominale et légèrement à sa face postérieure. La veine cave caudale présente un diamètre d'environ 15 mm, sa paroi est pellucide et fragile. Son calibre augmente légèrement après qu'elle ait reçu les veines rénales. Elle présente alors un trajet toujours ascendant et incliné latéralement vers la droite pour venir traverser la glande hépatique et donner une veine cave caudale sous hépatique, un segment intra-parenchymateux puis un court segment sus-hépatique dont le diamètre est augmenté par l'apport sanguin hépatique lors de la traversée du parenchyme. Les reins contenus dans la loge rénale sont lisses extérieurement, de consistance ferme, mais pourvus de 8 à 10 papilles intérieures qui révèlent la fusion partielle des lobes rénaux primitifs. Ils sont en forme de haricot, très allongés aplatis dorso-ventralement (taille des reins : 10cm de long, 5 cm de large et 3 cm d'épaisseur) et sensiblement égaux en poids : 200 à 300g chez le porc adulte, 120 à 180g chez le porcelet de 40 kg. Le rein droit et le gauche sont symétriquement placés sous les premières vertèbres lombaires, le droit n'atteignant pas le foie. Le cortex est toujours plus épais que la médulla et s'insinue entre les lobes formant les colonnes rénales (colonnes de Bertin). Le bassinet rénal est diverticulé, avec 8 à 12 calices rénaux mineurs, formant par confluence 2 à 3 calices rénaux majeurs. Le pelvis rénal formé par la réunion des calices majeurs prend une forme d'entonnoir aplati dont le sommet inférieur se prolonge par l'uretère. Les uretères se caractérisent par un fort calibre et les flexuosités de leur portion initiale, juxta-rénale. La vessie est très dilatable ; d'abord ovale, lorsqu'elle n'est que modérément remplie, elle devient sphérique sous l'effet d'une grande distension ; elle est

fortement intra-péritonéalisée, surtout sur sa face dorsale et se situe généralement dans l'abdomen, à l'exception du col. Le pédicule rénal est constitué des éléments vasculaires, urinaires, ganglionnaires et nerveux sortants ou entrants dans le hile rénal sur la face médiale du rein. Le rein est irrigué par l'artère rénale qui est une branche latérale de l'aorte abdominale, naissant perpendiculairement à celle-ci. L'artère rénale gauche apparaît plus courte que l'artère rénale droite qui croise la veine cave caudale pour aborder le pédicule rénal, cependant l'artère rénale droite présente un trajet soit rétro-cave, soit pré-cave. La présence d'artères multiples n'est pas exceptionnel et semble avoir un caractère « familial », on décrit plus volontiers des artères rénales multiples au sein d'une même fratrie. Le diamètre interne de l'artère rénale si elle est unique, se situe chez le porcelet, entre 5 à 3 mm. Ce diamètre diminue avec la multiplicité des vaisseaux. La veine rénale naît dans le hile rénal par la convergence de plusieurs veines segmentaires, c'est l'élément le plus ventral dans le pédicule rénal. La veine rénale admet un diamètre de 1 cm et présente une paroi pellucide pour aller se jeter dans la veine cave caudale. La veine rénale droite présente un trajet rectiligne jusqu'à la face latérale droite de la veine cave caudale. La veine rénale gauche présente un trajet de direction médiale et crâniale pour se jeter sur le bord latéral gauche de la veine cave caudale à la face caudale du pancréas. Cette veine rénale admet une collatérale postérieure qui unit la veine rénale gauche à la veine lombaire sous-jacente : formant l'équivalent chez l'homme de l'arc réno-azygo-lombaire de Lejars. Les éléments urinaires : pelvis rénal et uretère sont les éléments dorsaux du pédicule rénal. Il existe chez le porc un important réseau lymphatique présent aussi dans le pédicule rénal, et entourant les vaisseaux.

C. Programme d'enseignement préclinique dans l'inter-région HUGO

La plateforme d'enseignement préclinique en chirurgie viscérale est utilisée par les membres du service de Chirurgie Digestive du CHU de Poitiers depuis novembre 2009, sous l'impulsion des Professeurs Carretier et Faure. Initialement réservé aux internes du CHU de Poitiers étant inscrits au DESC de Chirurgie Viscérale, cette expérience fut étendue dès novembre 2010 à l'ensemble des internes de DESC de l'inter-région Ouest (dans le cadre de l'Association HUGO, regroupant les 6 CHU du Grand Ouest, à savoir : Brest, Rennes, Nantes, Angers, Tours, Poitiers). Quelques internes dépendant du CHU de Limoges furent également concernés.

De Novembre 2009 à mi-2012, cette formation a concerné 46 internes (dont le niveau d'avancée dans le cursus allait du 2è au 10è semestre).

Cet enseignement s'est déroulé dans les locaux de la société Covidien®, dont le siège social se situe à Elancourt (Yvelines – 78 – France). Ce partenaire met à notre disposition les locaux, les animaux, son personnel, le matériel, ainsi que tous les consommables Covidien® nécessaires. Elle prend en charge également une partie de l'hébergement. Car un des points essentiels de ce projet est la gratuité totale pour les internes, qui doivent déjà pour leur formation s'acquitter de frais de scolarité dans leur faculté ainsi que, pour la plupart, de frais d'inscription à des DIU.

D'un format initial comprenant 4 à 5 sessions d'une journée par an, cette formation se déroule, depuis l'extension à la région HUGO, à raison de 3 sessions annuelles de 2 jours.

Avant leur première session, les internes doivent faire preuve de leur motivation et de leur intérêt pour ce projet. Car si la simulation sur modèle porcin est ce qui s'apparente le plus à la chirurgie chez l'homme (retour de force, respiration, hémorragie, voir « décès du patient »), il ne nous a pas semblé concevable, au vu des moyens personnels et financiers engagés, de faire suivre cette formation à des apprenants n'ayant aucune expérience chirurgicale. L'exemple du nœud intracorporel, en cœlioscopie, est très parlant. Cet exercice, qui peut être très fastidieux lorsqu'il est réalisé pour la première fois, peut être réalisé en amont, sur pelvi-trainer (système équipé d'une colonne de cœlioscopie et servant à la réalisation de gestes élémentaires). Il n'est donc pas obligatoire que sur deux journées de séminaires, l'apprenant perde une heure à réaliser un seul nœud, au risque de pénaliser son binôme et lui-même. Par conséquent, lorsque l'interne bascule du groupe laparotomie vers le groupe cœlioscopie, il lui est demandé d'adressé par mail, avant la session, une vidéo de nœuds intracorporel qu'il aura réalisé sur son lieu d'exercice, sous la supervision d'un des experts de son CHU.

Voici le déroulement type d'un séminaire de formation :

1. **Accueil** des participants au siège de Covidien® vers 8h30. Au préalable, l'équipe du groupe Covidien® (Vétérinaires et techniciens de laboratoire) a préparé les porcelets (anesthésie générale, intubation, installation sur table, champage), âgés d'environ trois mois et pesant une trentaine de kilogrammes, et le matériel (instruments, bistouri électrique, fils à suture, et si besoin colonne de cœlioscopie et insufflateur).
2. **Briefing initial** (30 minutes) en Amphithéâtre, apportant aux internes les prérequis.
    - Annonce du programme (ateliers et objectifs)
    - Pré-test théorique (ensemble de 10 questions à choix multiples)
    - Visualisation de vidéos de référence sur les techniques abordées
3. **Séances sur Animal** (environ 3 heures par matinée et par après-midi).
4. **Entrecoupées d'une collation.**
5. **Fin des ateliers vers 16h30.**
6. **Retour à l'hôtel.**
7. **Conférence vers 19H (Expert ou Industrie).**
8. **2è journée selon le même mode.**
9. **Débriefing final** :
    - Post-test (questions identiques au pré-test, dont les réponses ont sensé avoir été apportées durant les deux journées).
    - Questionnaire de satisfaction (Questionnaire HUGO et Covidien®). Différents items y sont abordés :
10. **Fin du séminaire vers 17h et départ.**

Pour ces deux journées, les internes sont répartis en deux groupes :

- Internes de deuxième et troisième année : groupe laparotomie.
- Internes de quatrième et cinquième année : groupe cœlioscopie.

Dans chaque groupe, des binômes sont désignés à l'avance. Ils sont constitués de deux internes du même semestre (autant que possible), et venant de CHU différents. En effet, il nous a semblé plus pertinent, afin d'assurer le sérieux de la formation et rendre la mise en situation la plus réaliste possible, de ne pas faire travailler au sein du même binôme des internes habitués à opérer ensemble. De plus, ceci permet à chacun de profiter d'autres expériences.

L'évaluation est effectuée, pour chaque binôme d'interne, par un binôme d'expert (si possible ne connaissant pas les internes, afin que le jugement ne soit pas biaisé par un éventuel a priori).

Pour chaque groupe, on retrouve un briefing et un débriefing propre, ainsi que des exercices adaptés à la voie d'abord.

Pour le groupe laparotomie, 3 items (basiques mais néanmoins essentiels) sont abordés :

- l'abord de la paroi abdominale
- la résection du grêle
- la suture digestive.

Pour le groupe cœlioscopie, 5 items sont évalués :

- mise en place des trocarts et insufflation du pneumopéritoine
- tests d'orientations en 3D des instruments
- réalisation de nœuds intracorporels pour résection de 15cm de grêle
- dérouler le grêle afin de repérer une marque
- suture par surjet du péritoine.

Au sein de chaque item, plusieurs points sont évalués.

Ex : Pour l'item « Nœuds intracorporels », sont examinés :

- des objectifs à atteindre (dissection des vaisseaux droits au crochet coagulateur, 2 demi-clés pour le premier nœud, …)
- des erreurs à ne pas commettre (coagulation d'un vaisseau droit, ouverture du grêle, …)

Ces items ont été choisis par un panel d'experts, originaires des 6 CHU de la région HUGO (ainsi que Limoges), mais également pour certains travaillant en centre hospitalier général (CH La Rochelle, CH Niort) ou en centre hospitalier privé (Clinique Keraudren, Brest). Ces examinateurs ont été choisis et répartis selon les groupes en fonction de leur expertise en laparotomie ou cœlioscopie. Ainsi, à chaque veille de séminaire depuis maintenant deux années, une réunion a lieu où sont partagées les idées des différents intervenants ainsi que leur ressenti quant à la session précédente. Ainsi, l'échelle d'évaluation définitive pour le groupe cœlioscopie en est à sa 12è version.

A chaque item est rapportée une notation :

- réussite de l'item ou échec
- pondéré par une notation (fonction de l'importance de l'item en cas de réussite ou de la gravité en cas d'échec).

L'ensemble des binômes est évalués sur ces critères. Chaque exercice est également, dans la mesure du possible, chronométré. Cette évaluation est réalisée au fil des deux journées, sans que l'interne sache s'il est noté ou chronométré. Le but de cette simulation reste bien la réussite de l'exercice par l'apprenant, et non la note finale. Ainsi, aucun classement n'est effectué.

En fonction de la rapidité des binômes à réaliser les exercices, il leur est souvent possible de profiter de la fin de la journée pour réaliser des gestes ne rentrant pas dans le cadre de l'évaluation (par exemple : néphrectomie, splénectomie, curage mésentérique, préparation de greffon rénal, cholécystectomie).

Enfin, afin de pouvoir continuer à appliquer les connaissances et gestes acquis durant ces séminaires, il a été remis à la majorité des participants une box d'entrainement ainsi que des instruments de cœlioscopie. Ainsi, chaque interne pouvait poursuivre, à son domicile, cet apprentissage par la réalisation des gestes simples.

L'ensemble de cette formation correspond à une simulation sur modèle animal.

III. RESULTATS

A. Présentation des échelles d'évaluation

L'échelle d'évaluation du module cœlioscopie actuellement utilisée est la 12è version, chaque session ayant été jusqu'à récemment l'occasion de rajout ou de modification d'items. Cette grille est définitive depuis la session de Mai 2011.

La version actuelle comprend cinq exercices, pouvant être réalisés successivement ou indépendamment, selon le choix de l'interne. Ces exercices sont :

1. Mise en place des trocarts et insufflation du pneumopéritoine (15 items sur 20 points) *(exercice appelé « Trocarts » par la suite).*
2. Test d'orientation en 3D des instruments (10 items sur 10 points) *(exercice appelé « Orientation par la suite »)*
3. Nœuds intracorporels, résection de 10cm de grêle (21 items sur 30 points) *(exercice appelé « Nœuds » par la suite)*
4. Dérouler le grêle et repérer une lésion (10 items sur 20 points) *(exercice appelé « Dérouler » par la suite).*
5. Suture par surjet du péritoine (15 items sur 20 points) *(exercice appelé « Surjet » par la suite).*

Chaque exercice est divisé en sous-parties, au sein desquelles on retrouve les items. La notation de chaque item ne peut aboutir qu'à deux types de résultats : item réussi ou non. Lors de la notation, un item correct sera crédité d'un point. Cette notation est pondérée par des points, attribués en fonction de l'importance de l'item s'il est réussi (ou de la gravité du geste en cas d'échec).

Pour chaque exercice, le temps nécessaire à sa réalisation fut mesuré chaque fois que cela fut possible. Dans les paragraphes suivants, ce temps est exprimé en minutes.

Les évaluations ont porté sur 34 internes issus des 6 CHU de l'inter-région Ouest, avec plusieurs évaluations réalisées pour certains internes. Chaque évaluation est menée par deux chirurgiens experts, qui sont amenés à noter la performance de deux internes (originaires de deux CHU différents), travaillant en binôme. Les deux évaluateurs examinent des internes qu'ils ne connaissent pas.

Le débriefing est assuré pendant les séances pratiques, la réalisation des exercices étant agrémentée de conseils prodigués par les experts.

Figure 22 : Echelle d'évaluation du modèle cœlioscopie – Version 12 *(mai 2011).*

Grille d'observation

Date :

Laparoscopie module 2

Nom : **Prénom :** **CHU :**
Semestres de CV :

Gaucher Droitier (entourer la bonne réponse)

1. Mise en place des trocarts et insufflation (15 items sur 20 points)

T0 = déclenchement du chronomètre à l'incision cutanée

1- Open cœlioscopie péri ombilicale	a-Taille de l'incision cutanée égale à 1,5 fois le diamètre du trocart	Oui	Non	1/0
	b- Incision aponévrotique verticale	Oui	Non	1/0
	c- Création d'un pneumopéritoine par incision punctiforme du péritoine après sa surélévation, soit: - par visualisation des ciseaux par transparence - par traction aponévrotique entre 2 fils repères	Oui	Non	1/0
	d-Vérification du bon positionnement du trocart par visualisation par la caméra de la cavité péritonéale avant insufflation	Oui	Non	1/0
2- Insufflation	a- Vitesse insufflation initiale limitée à 1L/min	Oui	Non	1/-3
	b-Vérification d'une pression intra péritonéale affichée de 10mmHg pour la mise en place des trocarts	Oui	Non	1/-2
3- Autres trocarts	a- Taille de l'incision cutanée égale à 1,5 fois le diamètre du trocart	Oui	Non	1/0
	b- Mise en place des trocarts sous contrôle de la vue	Oui	Non	4/-5
	c- Mise en place d'une garde lors de l'introduction du trocart : garde de 3cm	Oui	Non	2/-2
	d- Transillumination cutanée avant mise en place des trocarts	Oui	Non	1/-3
	e- Introduction brutale de plus de la moitié du trocart : reste moins de 5 cm de gaine extériorisée	Oui	Non	-3/1
	f- Mise en place du trocart avec un mouvement de semi rotation	Oui	Non	1/0
	g-Visualisation de la pointe du trocart en sous péritonéal avant pénétration dans la cavité péritonéale	Oui	Non	1/-2
	h- Retrait du mandrin pointu du trocart dès le franchissement du péritoine	Oui	Non	2/-3
	i- Débord interne du trocart : on doit voir au minimum les 3 premiers tours de spire du trocart dans la cavité abdominale	Oui	Non	1/-2

T1 = arrêt du chronomètre quand les cinq trocarts sont posés =

Objectif = *Convergence des instruments*

2. Test d'orientation 3D des instruments (10 items sur 10 points)

1-Maintien horizontalité caméra (manœuvre réalisée par l'opérateur)	a-Visualisation de 2 organes repères de situation opposés en conservant le plan horizontal (Ex: estomac puis vessie)	Oui	Non	3/-3
2- Convergence	a- Convergence immédiate d'un instrument **main**	Oui	Non	2/0

Figure 22 (suite)

instruments à champ visuel fixe (manœuvre réalisée par l'opérateur)	**dominante** vers le site repère			
	b-Convergence nécessite 1 recentrage	Oui	Non	-4/0
	c-Convergence nécessite 2 recentrages	Oui	Non	-6/0
	d-Convergence immédiate d'un instrument **main non dominante** vers le site repère	Oui	Non	2/0
	e-Convergence nécessite 1 recentrage	Oui	Non	-4/0
	f-Convergence nécessite 2 recentrages	Oui	Non	-6/0
	g-Convergence **bi manuelle** successive d'instruments vers le site repère	Oui	Non	3/0
	h-Convergence nécessite 1 recentrage	Oui	Non	-4/0
	i-Convergence nécessite 2 recentrages	Oui	Non	-6/0

Objectif = *Nœuds intracorporels*

3. Nœuds intracorporels, résection de 10cm de grêle (21 items sur 30 points)

T2 = début de la présentation =.....

1-Présentation	a-Présentation des vaisseaux droits face à la caméra	Oui	Non	2/0
	b-Faire marquer un segment de grêle d'environ 10cm à réséquer (marques faites à l'aide du crochet ou des ciseaux)	Oui	Non	1/0
2-Dissection des vaisseaux droits	a- Dissection au crochet coagulateur ou ciseaux	Oui	Non	1/0
	B-Présence de lésion de brûlure du grêle	Oui	Non	-3/1
	c- Ouverture du grêle avec le crochet ou les ciseaux	Oui	Non	-6/1
	d-Coagulation d'un vaisseau droit	Oui	Non	-4/1
	e-Coagulation d'un vaisseau proximal du mésentère (hors vaisseaux droits)	Oui	Non	-6/1
	f-Hémorragie quelle que soit son intensité	Oui	Non	-10/1
2-Hémostase du méso : nœuds intracorporels	a-Premier nœud : 2 demi-clefs	Oui	Non	2/-3
	b-Plus de 4 tentatives pour faire le premier nœud	Oui	Non	-4/1
	c-Trois nœuds simples alternés ensuite	Oui	Non	2/-3
	d-Plus de 3 tentatives pour faire un nœud simple	Oui	Non	-4/1
	e-Choix d'un brin long et d'un brin court	Oui	Non	2/-3
	f-Brin court coulissant sur brin long les 2 pinces restant sous contrôle de la vue (faire descendre son nœud)	Oui	Non	4/-5
	g- Traction sur la structure ligaturée (la structure liée est déplacée de plus de 3cm)	Oui	Non	-3/1
	g- Blocage d'un Nœud	Oui	Non	-5/1
	h-Position des nœuds : espacement entre les nœuds >ou = largeur de pince coelio ouverte (type Jehan)	Oui	Non	3/-3
	i-Section entre les nœuds au ciseau	Oui	Non	1/-5
	j-Hémorragie lors de la section	Oui	Non	-6/1
	k-Nœuds coulissants ou qui lâchent	Oui	Non	-6/1
	l- Dévascularisation de plus de 10 cm de grêle	Oui	Non	-6/1

T3= arrêt du chronomètre quand les vaisseaux sont sectionnés =

Figure 22 (suite)

4. Dérouler le grêle, repérer une lésion sur le grêle (10 items sur 20 points)

T4 = début de la présentation =.....

Pré-requis : « marquer » le bord anti mésentérique du grêle avec une coagulation au crochet pour créer une cible.

1-Présentation	A-Repérage anse grêle par coagulation (repère localisé par l'examinateur)	Oui	Non	1/0
	B-dérouler le grêle exclusivement sous contrôle de la vue	Oui	Non	3/0
	c- utilisation successive de la main droite puis la main gauche :une prise lâchée lorsque l'autre est « bloquée »	Oui	Non	4/0
	D- Prise du grêle par la moitié de la longueur de la pince	Oui	Non	1/-3
	E-visualisation des 2 faces du grêle	Oui	Non	4/-3
	F-repérage de la lésion au premier passage	Oui	Non	5/-3
	G-repérage de la lésion au deuxième passage	Oui	Non	-2/0
	H-pas de repérage de la lésion après 2 passages	Oui	Non	-5/0
	I-perforation du grêle	Oui	Non	-5/1
	J- Présence d'un hématome sur le mésentère	Oui	Non	-5/1

T5 = fin présentation de tout le grêle et visualisation de la lésion =.....

5. Suture par surjet du péritoine : environ 6 *à 7 cm* (15 items sur 20 points)

T6 = début de la présentation =.....

1-Incision du péritoine	A-Ouverture franche du péritoine sur 6 cm	Oui	non	1/0
	B- Décollement de chacune des berges sur 2 cm	Oui	non	1/0
2- Surjet	C- Angle :nœud en amont ouverture du péritoine	Oui	non	1/0
2- Surjet	C- Angle : nœud en amont ouverture du péritoine	Oui	non	1/0
	D- Suture « vers soi » de la main non dominante vers la main dominante de l'ouverture péritonéale	Oui	non	1/-2
	E- Choix d'un fil de longueur adaptée	Oui	non	1/0
	F-Premier nœud : 2 demi-clefs	Oui	Non	2/-3
	G-Plus de 4 tentatives pour faire le premier nœud	Oui	Non	-4/1
	H-Trois nœuds simples alternés ensuite	Oui	Non	2/-3
	I-Plus de 3 tentatives pour faire un nœud simple	Oui	Non	-4/1
	J-Choix d'un brin long et d'un brin court	Oui	Non	2/-3
	K-Brin court coulissant sur brin long les 2 pinces restant sous contrôle de la vue (faire descendre son nœud)	Oui	Non	3/-5
	L- Blocage d'un Nœud	Oui	Non	-3/1
3- Aspect final du surjet	M- Présence d'orifices visible entre les points du surjet	Oui	non	-3/1
	N- Déchirure d'une ou des 2 des berges du péritoine	Oui	non	-3/1
	O- Espacement des « passages » du surjet : < 1cm	Oui	non	1/-2

T7 = fin =.....

B. Méthode statistique

Le nombre de grilles complètes, et donc utilisables, fut variable selon le paramètre étudié. Le nombre de grilles disponibles pour l'évaluation de la fiabilité des tests, nécessitant de disposer d'évaluations en double aveugle, est le moins élevé (seulement 12 grilles pour l'item « surjet » et 13 grilles pour l'item « trocarts ». L'ensemble des analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Excel© (Microsoft).

1. Validation de l'outil

Le but premier de ce travail est de prouver la validité de cette grille (créée ex nihilo). Pour ce faire, chaque interne est évalué en « double aveugle ». Cela signifie que chaque expert évalue indépendamment l'apprenant, sans se référer à la notation effectuée par l'autre évaluateur. En simulation, une grille d'évaluation se doit d'être reproductible. Ce paramètre est apprécié par l'indice de corrélation inter-observateur de Kappa, ou coefficient Kappa de Cohen [182].

L'accord observé entre un ou plusieurs jugements qualitatifs, résulte de la somme d'une composante «aléatoire » (hasard) et d'une composante d'accord «véritable» (réel). Mais la part du hasard gêne notre appréciation. Pour contrôler ce hasard, le coefficient Kappa (K) propose de chiffrer l'intensité ou la qualité de l'accord réel (cette part de hasard n'est pas prise en compte par le coefficient de corrélation de Spearman). C'est un indice qui permet de « retirer » la portion de hasard ou de subjectivité de l'accord entre les techniques.

Le coefficient de Kappa est un nombre réel compris entre -1 et +1. L'accord sera d'autant plus élevé que la valeur de Kappa est proche de +1 et l'accord maximal est atteint si K = 1. Lorsqu'il y a indépendance des jugements, le coefficient Kappa est égal à zéro, et dans le cas d'un désaccord total entre les juges, le coefficient Kappa prend la valeur -1

En fonction du résultat trouvé, le degré d'accord est estimé par comparaison avec la table de Landis et Koch, publiée en 1977 [183]. L'accord est considéré comme excellent lorsque le Kappa est compris entre 0.81 et 1.

Accord	*Kappa*
Excellent	0,81
Bon	0,80 - 0,61
Modéré	0,60 - 0,21
Mauvais	0,20 - 0,0
Très mauvais	< 0,0

Figure 23 : Table d'évaluation du Kappa. D'après [183].

.

2. Résultats des évaluations

a. Durée opératoire

La durée nécessaire pour la réalisation des exercices a été mesurée, et exprimée en minutes. Trois types de résultats ont été analysés.

- Durée mesurée pour l'ensemble des internes évalués (n=34).
- Durée opératoire en fonction du semestre de l'interne : groupe des internes de 1ère année du module cœlioscopie (n=16), soit des internes de 5è et 6è semestre, comparé au groupe des internes plus « aguerris », de semestre 7 à 10 (n=18).
- Durée opératoire en fonction du nombre de séances de simulation effectuées à Elancourt : groupe des internes ayant participé à moins de 4 séances (n=17), comparé au groupe des internes ayant effectué 4 séances ou plus (n=17).

Pour comparer ces durées, il a été effectué un test *t* de comparaison des moyennes de Student (n<30), ou test d'égalité des espérances. L'égalité des variances avait au préalable été mesurée par un test de Fisher-Snédécor. Pour l'ensemble de ces tests, la distribution des échantillons a été considérée comme normale. Un seuil de risque α de 5% était retenu.

b. Scores

1. Global

Les moyennes des notes retrouvées pour chaque exercice ont été calculées, ainsi que la répartition des notes en fonction du groupe d'internes (n=47). Pour chaque exercice, l'item le mieux et le moins bien réussi est repéré.

2. Evolution

Nous disposons d'un groupe de douze internes (n=12) dont nous avons pu relever les notes sur trois séances successives (mai 2011, octobre 2011, mars 2012). Nous avons tenté de mettre en évidence une différence entre les notes obtenues, en tentant de démontrer s'il existait, ou non, une amélioration des scores.

Pour ces analyses relatives à l'évaluation des notes, nous avons également effectué un test de comparaison des moyennes de Student, en conservant le même risque (α=5%).

C. Analyse des échelles d'évaluation

1. Formation pratique :

a. Indice Kappa de Cohen

Ces résultats portent sur 31 paires de grilles évaluées en double aveugle, entre mai 2011 et mars 2012.

Tableau 3 : Résultats des coefficients de Kappa pour les cinq exercices.

	Trocarts	Orientation	Nœuds	Dérouler	Surjet
Po (Pourcentage brut d'accord)	0,9444	0,9536	0,9179	0,9549	0,9048
Pe (Facteur de correction)	0,8199	0,5138	0,5172	0,5695	0,5374
Kappa corrigé	**0,6915**	**0,9045**	**0,8299**	**0,8953**	**0,7941**
P	< 0,05	< 0,05	< 0,05	<0,05	<0,05

Pour l'ensemble des cinq exercices, il est retrouvé un indice de Kappa :

- Supérieur à 0,81 pour 3 des catégories (corrélation excellente)
- Compris entre 0,61 et 0,8 pour deux des exercices (corrélation bonne).

Au risque α de 5%, la probabilité qu'il existe une corrélation entre les deux observateurs est vérifiée pour les cinq exercices.

Lorsque l'on essaye de trouver un item « responsable » de ces discordances, il s'avère que :

- Pour la grille « Trocarts », l'item n° 1 « Taille de l'incision cutanée égale à 1,5 fois le diamètre du trocart » est responsable de 40 % des discordances.
- Pour la grille « Surjet », il ne ressort pas d'item à l'origine de la discordance constatée (un maximum de 2 discordances par item est relevé).

b. Durée opératoire

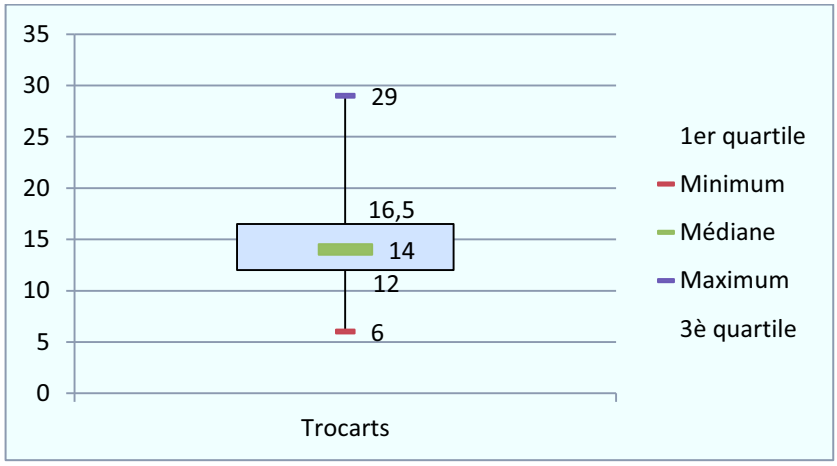
1. Globale

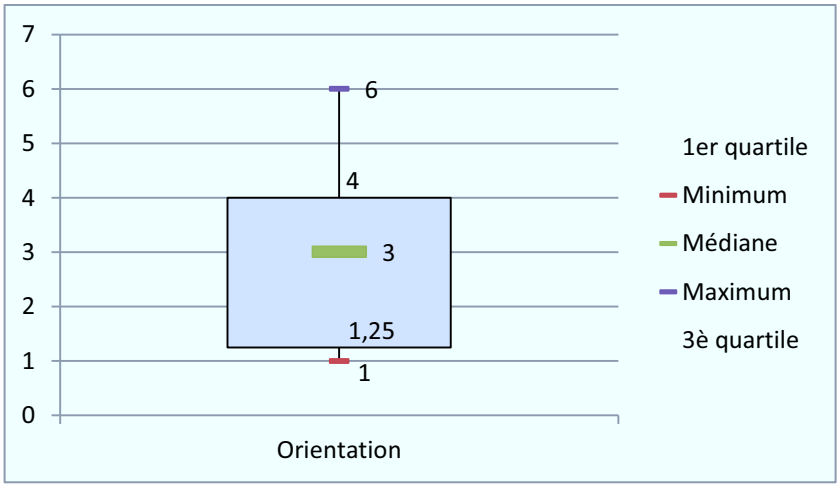
Tableau 4 : Durée opératoire (en minutes) pour l'ensemble de la population.

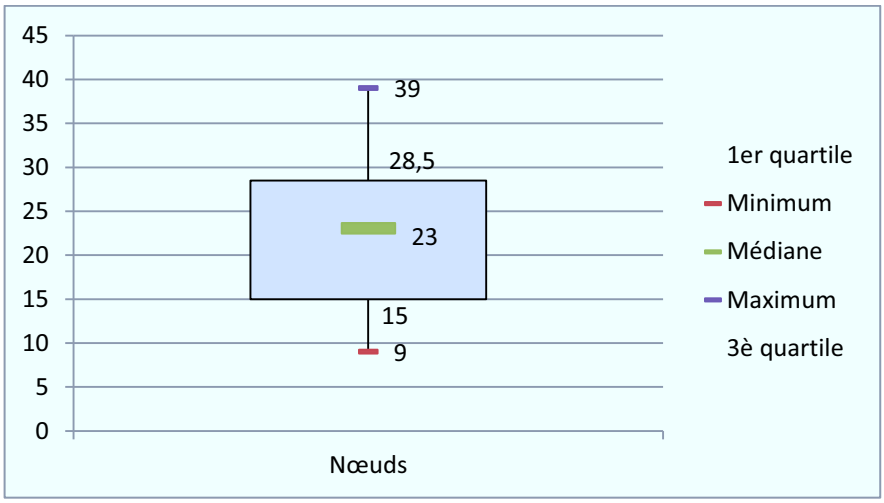
n=34	Trocarts	Orientation	Résection	Dérouler	Surjet
Moyenne	14,875	2,7096774	22,4375	8,6346154	19,576923
Médiane	14,5	3	23	6	19
Ecart-type	5,2838769	1,5098245	8,3160843	5,854157	6,0410137
Variance	27,919355	2,2795699	69,157258	34,271154	36,493846

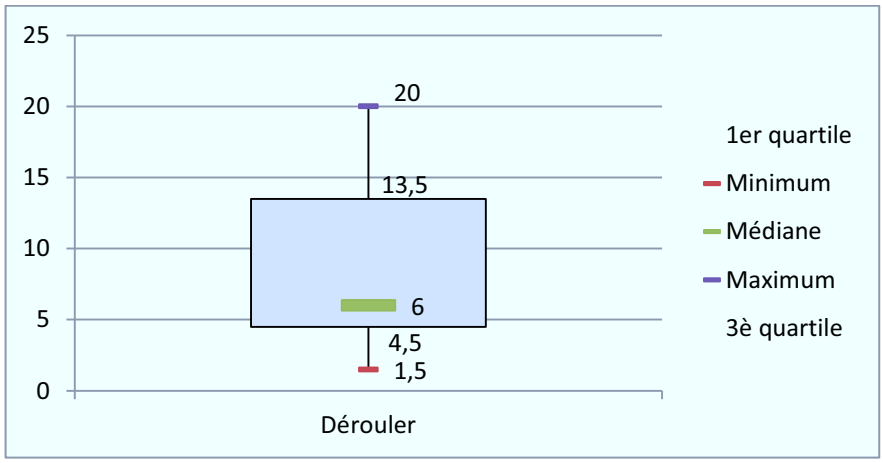
La répartition de la population sous forme de quartile est exprimée dans les *box plots* suivants (Figure 24 à 28).

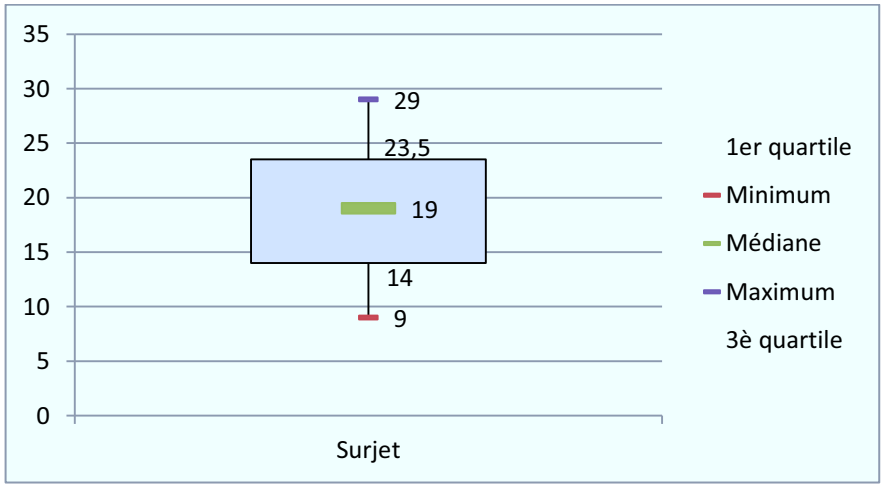
Figure 24 à 28 : Répartition de la population.






45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
39
28,5
23
15
9
Nœuds
1er quartile
Minimum
Médiane
Maximum
3è quartile


25
20
15
10
5
0
20
13,5
6
4,5
1,5
Dérouler
1er quartile
Minimum
Médiane
Maximum
3è quartile


35
30
25
20
15
10
5
0
29
23,5
19
14
9
Surjet
1er quartile
Minimum
Médiane
Maximum
3è quartile

2. Internes de 1ère année vs Internes de 2è et 3è année

Nous avons cherché à montrer s'il existait une différence significative entre les durées moyennes nécessaires pour réaliser les exercices dans 2 groupes distincts :

- Internes de 5è et 6è semestre (groupe incluant également quelques internes de 4è semestre), soit les internes débutant le module cœlioscopie (n1 = 16)
- Internes de 7è à 10è semestre (n2 = 18).

Pour cette partie, les internes de première année seront qualifiés de « Jeunes » et les internes plus âgés seront qualifiés de « Anciens ». Les résultats sont indiqués dans le tableau ci-dessous, avec des résultats exprimés en durée dans les colonnes « Jeunes » et « Anciens ».

Tableau 5 : Comparaison des durées opératoires (en minutes) entre internes «Jeunes» et «Anciens».

	"Jeunes"	"Anciens"	Egalité des variances	Différence	Significativité
Trocarts	18,43	12,11	oui	oui	p<0,001
Orientation	3,79	1,81	non	oui	p<0,001
Nœuds	25,64	19,94	oui	oui	p<0,05
Dérouler	9,62	7,65	oui	**non**	**p=0,20**
Surjet	21,23	17,15	oui	oui	p<0,05

S'agissant d'échantillons de petite taille (n < 30), nous avons choisi d'utiliser le test d'égalité des espérances (risque de 5% unilatéral, degré de liberté de (n1+n2)-2), après avoir vérifié l'égalité (ou non) des variances par un test de Fisher-Snedecor (risque de 5%, degré de liberté de n-1).

Nous avons retrouvé des différences significatives en termes de durée moyenne de procédure (en faveur du groupe des internes plus « aguerris ») pour quatre des cinq items de la grille :

- Mise en place des trocarts et insufflation du pneumopéritoine
- Test d'orientation en 3D des instruments
- Résection de 15cm de grêle après ligature des vaisseaux droits
- Suture du péritoine par surjet.

Pour un des items, à savoir « Dérouler le grêle et rechercher une lésion », il n'a pu être mis en évidence de différence significative (p=0,20). Après discussion avec plusieurs apprenants, il s'avère que cet exercice est considéré comme apparaissant le plus simple. Soit l'exercice qui est le plus rapidement considéré comme acquis par les internes.

3. Résultats selon le nombre de séances de simulation déjà effectuées

Mais cette population d'internes peut sembler hétérogène. En effet, il est difficile d'affirmer que cette différence de réussite est liée uniquement à la répétition des exercices sur modèle porcin. Cette procédure de simulation dure 6 jours par an, et les internes continuent à pratiquer la cœlioscopie tout au long de l'année. Quelle est alors la part de réussite attribuable à la simulation, et quelle est celle liée à l'acquisition d'une habileté chirurgicale par l'apprenant au cours de son cursus hospitalier ?

Nous avons déjà mentionné que l'expérience de simulation a débuté avant novembre 2010 pour un certain nombre d'internes (Nantes, Rennes, Poitiers). Ainsi, certains internes ayant intégré le module « cœlioscopie » en novembre 2010, avaient déjà effectué tout ou partie des exercices de la grille d'évaluation avant cette date (ainsi que d'autres exercices qui n'ont finalement pas été retenus dans la grille, tels : splénectomie, gastro-entéro-anastomose, anastomose grêle-grêle type by-pass, néphrectomie, cholécystectomie …).

Ainsi, certain internes de 6è et 7è semestre avait déjà suivi plusieurs séminaires de une journée sur animal au moment de leur admission dans le module, et il nous a semblé intéressant de comparer leurs résultats à ceux d'autres internes plus âgés.

Les internes rentrant dans le module « cœlioscopie » en 5è semestre, et étant présents à toutes les séances, suivront donc 6 séminaires de deux journées au cours de leurs trois dernières années d'internat. Certaines absences ayant été constatées, il a été retrouvé que les internes quittant le cursus pour rentrer dans leur clinicat assistaient, en moyenne, à cinq séances. Il a été décidé de répartir les internes en deux populations selon le nombre de séances auxquelles ils avaient assisté. Soit :

- Moins de 4 séances dans le module cœlioscopie.
- Quatre ou plus de 4 séances dans le module cœlioscopie.

Il apparaît alors que le groupe « moins de quatre séances » (n=17) se compose de :

- 3 internes de 7è semestre
- 1 interne de 8è semestre
- 1 interne de 10è semestre.

Nous sommes donc avec 5 internes sur 17 (soit 29,4 % de l'effectif) qui appartenaient, dans notre calcul précédent, au groupe des internes expérimentés. Cette bascule s'explique par le fait que ces internes étaient déjà avancés dans leur cursus au moment de la mise en place de la plate-forme d'enseignement préclinique. Et donc ils devraient, si leur habileté n'était due qu'à leur expérience hospitalière, diminuer la durée moyenne de réalisation des exercices.

A l'inverse, le groupe des internes ayant participé à plus de quatre séances (n=17) se compose de 5 internes de sixième semestre, qui devraient grever les statistiques de ce groupe.

Il a été réalisé les mêmes tests que précédemment (Fischer-Snedecor puis test d'égalité des espérances), en conservant un seuil de 5% pour le risque et un même degré de liberté. On retrouve une différence significative de durée moyenne, en faveur du groupe d'internes ayant le plus pratiqué. Cette différence apparaît désormais significative pour les cinq exercices.

Tableau 6 : Comparaison des durées opératoires (en minutes) en fonction du nombre de séances de simulation effectuées sur modèle porcin.

	< 4 séances	**≥ 4 séances**	Egalité des variances	Différence	Significativité
Trocarts	17,53	11,87	Oui	Oui	**p< 0,001**
Orientation	3,65	1,57	Non	Oui	**p< 0,001**
Nœuds	26,29	18,07	Non	Oui	**p<0,01**
Dérouler	10,18	5,72	Oui	Oui	**p<0,05**
Surjet	21,29	16,33	Oui	Oui	**p<0,05**

Ces résultats sont donc en faveur d'une réduction significative de la durée grâce à la répétition des exercices, indépendamment du niveau d'avancement dans l'internat des apprenants.

c. Scores

1. Global

Les moyennes de résultats obtenus aux différents exercices sont résumées dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Caractéristiques des scores obtenus aux exercices.

n=47	Trocarts	Orientation	Résection	Dérouler	Surjet
Moyenne	13,34043	9,765957	19,23404	10,25532	13,3617
Médiane	14	10	20	10	14
Ecart-type	2,361619	0,476069	2,07692	0,943354	1,030524
Variance	5,577243	0,226642	4,313599	0,889917	1,06198

Dans le tableau suivant, il est mentionné l'item que les apprenants ont le mieux, ou le moins bien réussi (pourcentage de succès et d'erreur dans la population).

Tableau 8 : Taux de réussite/échec par item.

	Réussite		Echec	
	Item	Taux max. de réussite	Item	Taux max. d'échec
Trocart	7 items	100%	Trans-illumination avant pose des trocarts	50%
Orientation	2 items	100%	Convergence main non dominante & nécessité d'un recentrage	17%
Nœuds	2 items	100%	Réalisation d'un nœud, en maintenant les deux pinces sous contrôle de la vue	48%
Dérouler	5 items	100%	Pincer le grêle sur plus de la moitié de la pince & Voir les 2 faces	37%
Surjet	2 items	100%	Choix d'un fil de longueur adaptée	43%

2. Evolution des scores au cours de 3 séances successives

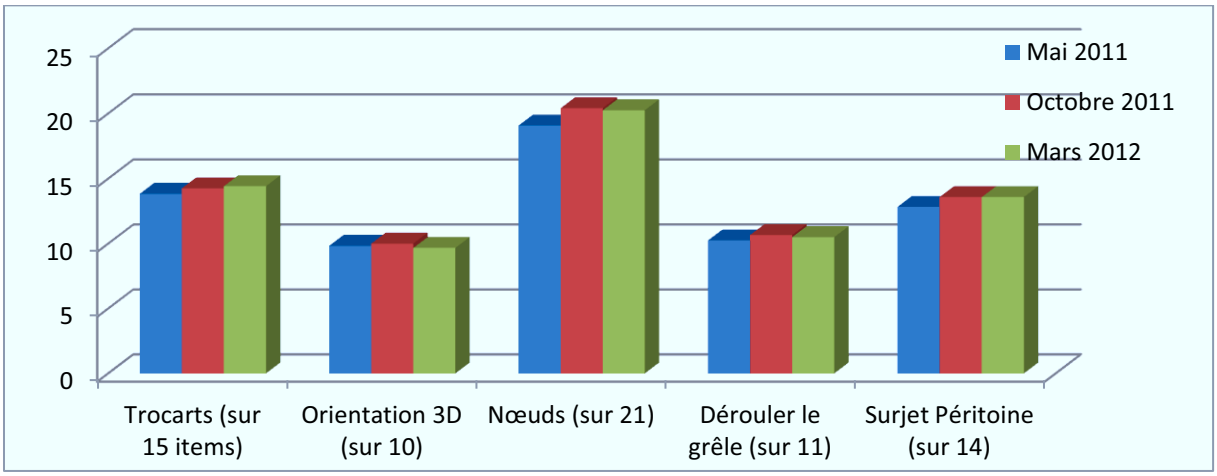
Concernant l'évaluation propre à chaque interne, nous disposons de grilles sur plusieurs sessions pour douze d'entre eux (n=12). Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9 : Statistiques des notes de 12 apprenants au cours de 3 sessions successives.

	Mai 2011	Octobre 2011	Mars 2012
Trocarts (sur 15 items)	13,83	14,25	14,42
Orientation 3D (sur 10)	9,83	10	9,67
Nœuds (sur 21)	19,08	20,41	20,25
Dérouler le grêle (sur 11)	10,25	10,66	10,5
Surjet Péritoine (sur 14)	12,83	13,58	13,58

Ces résultats apparaissent plus évidents dans l'histogramme suivant.

Figure 29 : Evolution des scores sur trois sessions successives.



Dans cette analyse, il a également été réalisé un test t de Student. Il n'a pas pu être mis en évidence de différence significative entre les différentes sessions, quel que soit l'exercice choisi (p systématiquement au-delà de 5%). Au vu de l'histogramme, il semble apparaître une stabilité des notes, voire une régression pour certaines catégories (ex : orientation 3D), au fil des séances. Ces résultats peu encourageants, à étayer par de nouvelles évaluations afin d'obtenir un échantillon plus large et donc plus homogène, sont à nuancer par le fait que les notes, dès la première session, étaient excellentes. La progression n'en est alors que plus difficile.

2. Formation théorique :

En début de séminaire, un pré-test théorique est distribué à chaque interne. Celui-ci vise à estimer les bases maîtrisées par l'interne, prérequis indispensable à la réalisation d'un geste.

Chaque grille est composée de 10 questions à choix multiples (1 point attribué lorsque l'item est correct), portant sur différents domaines de la spécialité. Le but de ce test est de déceler toute mauvaise intention qui pourrait expliquer un échec lors de l'étape suivante de la simulation (travail sur animal).

En fin de procédure, au moment du débriefing, un post-test est également distribué. Il se compose des mêmes items, formulés dans un ordre différent.

Les internes ont eu durant les deux journées de formation la liberté de s'entretenir avec les experts des sujets dont traitent les items.

Les tests sont différents d'une session à l'autre.

Les résultats obtenus lors des tests de trois séances successives (mars à octobre 2011) sont rapportés dans le tableau suivant. Il a été recueilli 46 couples de grilles pré-tests et post-tests.

Tableau 10 :. Résultats des pré-tests et des post-tests théoriques.

	Pré-tests	Post-tests	
Effectifs	n=46	n=46	
Moyenne	3,80434783	4,05	ns
Médiane	3,5	4,5	
Ecart-Type	1,43943763	1,76794825	

Les résultats (sur 10 points) apparaissent mauvais. Au risque α de 5 %, il n'a pas été mis en évidence de différence significative entre les deux tests.

3. Adhésion au projet : Questionnaires de satisfaction

Un questionnaire de satisfaction a été distribué à chaque interne à l'issue des séminaires. Ces questionnaires portent sur différents points de la formation (réalisme du modèle, intérêt scientifique de la formation…) ainsi que sur l'impact estimé de cette formation sur la pratique à venir. La notation s'effectue selon une échelle en cinq points de Likert (notes de 1 à 5, la note 5 signifiant une satisfaction totale).

Après analyse de 53 questionnaires exploitables, il ressort les résultats suivants :

- Taux de satisfaction global : 92% (réponses « satisfait » et « très satisfait »)
- 86 % des internes pensent que leur aptitude pratique a été améliorée.
- 74 % pensent que cette formation aura un impact sur leur pratique clinique.
- Seuls 40% d'entre eux trouvent un intérêt au briefing/débriefing tel qu'il est pratiqué.
- Les questionnaires théoriques de pré-test et post-tests ne sont pas satisfaisants.

DISCUSSION

Le but premier de ce travail était de démontrer la fiabilité des grilles d'évaluation mises en place pour l'évaluation du groupe « cœlioscopie ».

Avec un coefficient de corrélation Kappa dépassant la valeur de 0.81 pour la plupart des exercices (orientation 3D, dérouler le grêle, nœuds intracorporels) ou s'en approchant (mise ne place des trocarts et surjet péritonéal), on peut estimer que la corrélation inter-observateur de cette grille est bonne, voire excellente. Ces résultats initiaux, même s'ils sont prometteurs, méritent d'être confirmés par une évaluation portant sur un plus grand nombre d'apprenants. Ce projet comporte deux volets (modules laparotomie et cœlioscopie) et il nous a semblé logique de tenter de prouver la fiabilité des grilles de laparotomie dans un premier temps, expliquant le faible nombre d'évaluations en double aveugles disponibles à ce stade de l'étude.

Lorsque l'on regarde en détail les items discordants, il s'avère que certaines modifications peuvent cependant être apportées. Comme il a été remarqué, l'item « Incision cutanée égale à 1,5 fois le diamètre du trocart » est à l'origine de 40 % des discordances. Or, il s'agit d'une estimation subjective, fonction de l'évaluateur (aucune mesure exacte n'est effectuée). Même s'il est recommandé par les laboratoires pharmaceutiques de réaliser une incision cutanée de cette dimension, afin d'éviter les lésions cutanées engendrées par un trocart ainsi que pour diminuer le risque de plaie vasculaire ou d'organe pouvant être causée par un effort d'introduction du trocart, cette action n'est, en pratique courante, que rarement réalisée. Ainsi, cet item pourrait être modifié, pour aboutir à une syntaxe type : « Incision cutanée de taille suffisante ». Même si cette valeur reste également subjective, un effort de poussée démesuré lors de l'introduction du trocart pourrait être plus facilement décelé que cette valeur numérique estimée sans mesure précise.

Le but second de ce travail était d'estimer les performances des internes lors de séances de simulation, et de juger du bénéfice apporté par la répétition des exercices. Pour présenter ces résultats, il est intéressant de reprendre les quatre niveaux d'évaluation de Kirkpatrick [96,97,148].

Niveau 1 : Degré de satisfaction.

Quelle que soit la séance ou le niveau d'avancement de l'interne, il est retrouvé un haut niveau de satisfaction dans les questionnaires récupérés à la fin de chaque séminaire. Cette adhésion, essentielle au bon déroulement du projet et gage d'un apprentissage à venir, s'exprime par un taux d'absence quasi nul. Cependant, certains points pourraient être améliorés selon les internes, notamment la façon dont sont effectuées les séances de briefing et de débriefing. En effet, et contrairement à ce qui est recommandé dans la plupart des études, il n'a été que récemment fourni un support théorique aux internes. Ce support correspond à une vidéo de la technique de référence, réalisé sur animal par un des experts

reconnu en chirurgie cœlioscopique. Certaines difficultés techniques font que ce support n'a pu être disponible qu'à partir de janvier 2012 (donc pour la dernière séance de mars 2012). Cependant, cet item « Briefing/Débriefing », dans les questionnaires de satisfaction, ne concerne que les sessions communes se déroulant en début et fin de séminaire. Or, tout au long des deux journées de formation, des conseils spécifiques sont apportés à chaque interne par les évaluateurs. Ces informations, visant à améliorer les performances de chacun lors de la réalisation de l'exercice, constituent de réelles séances de « Briefing/Débriefing *en live »*, personnalisées. Il est également rapporté dans les commentaires une trop grande difficulté des questions théoriques (QCM), sans que les réponses soient systématiquement apportées lors des séminaires. On peut imaginer que pour les séances à venir, ces réponses soient apportés aux internes par le biais d'autre support de type livret remis à chaque interne (avant ou pendant les séances).

Niveau 2 et 3 : Acquisition de compétences et Impact sur la pratique.

Ce travail démontre que les séances de simulation chirurgicale telles que nous les pratiquons apportent un bénéfice aux internes novices, visible par le biais des hétéro-évaluations et des auto-évaluations.

Concernant la durée opératoire, la présentation sous forme de *Box Plots* montre qu'il existe une distribution relativement homogène des résultats, sauf pour les items « trocarts » et « orientation en 3D ». Il est à noter que certains internes, estimant maîtriser la mise en place de trocarts cœlioscopiques pour l'avoir réalisé (et réussi) à de nombreuses reprises sur patients, ont rapporté des difficultés à le réaliser chez le porc. En effet, il est pratiqué une technique d'open cœlioscopie, pratique largement répandue et recommandé en chirurgie, qui consiste à réaliser une incision cutanée, puis aponévrotique sur la ligne blanche abdominale, et enfin péritonéale. Cette technique permet de s'assurer de la bonne position, intra-péritonéale, du premier trocart avant d'insuffler le pneumopéritoine. Or, la ligne blanche de l'animal est fine, raison pouvant expliquer une grande disparité de temps opératoire.

Ces durées opératoires diminuent séance après séance, et la partie dédiée à la comparaison des moyennes de temps en fonction du nombre de séances de simulation effectuées, montre qu'il existe un bénéfice apporté par cette répétition de mise en situation. Ainsi, un interne de chirurgie, même s'il n'est pas très avancé dans son cursus, pourra être plus facilement amené à pratiquer lors d'une intervention s'il maîtrise déjà les gestes élémentaires, étant moins chronophage pour son Maître, les équipes soignantes et le patient.

Concernant les résultats par score, il ressort des analyses de grilles de bons résultats, mais sans progression. Cette stagnation peut s'expliquer par des résultats initiaux déjà excellents. En effets, lorsque l'on s'attarde sur le pourcentage de réussite par item, on

retrouve nombre d'entre eux avec des taux de réussite de 100% (ex. : 7 items à 100% de réussite dans l'exercice « Trocarts »). Ces grilles peuvent alors présenter un caractère non discriminant. Mais elles résultent du travail de nombreux experts en chirurgie cœlioscopique, et après quelques erreurs de formulations initiales à l'origine d'incompréhensions lors des séances d'évaluation, il apparaît que l'ensemble des items correspondent à ce qui est attendu « dans la vraie vie ».

Notre système d'évaluation ne fournit pas de diplôme et n'est pas indispensable pour avancer dans le cursus. A ce titre, il s'agit pour l'instant d'une phase d'observation, et les résultats apportés par les grilles ne peuvent permettre que des comparaisons entre internes. Lorsqu'on étudie la littérature traitant de ce sujet, il apparaît que pour être valable et validé, un modèle de simulation doit permettre de discriminer un novice d'un expert. Or, pour le moment, nous ne disposons pas de temps ou de score « idéal », basés sur ceux qu'auraient pu réaliser des chirurgiens expérimentés.

Les questionnaires d'auto-évaluation, remplis par les internes, rapportent également des informations intéressantes. Il en ressort un sentiment d'amélioration des pratiques, surtout techniques mais également théoriques, avec l'impression que cette formation aura un impact sur la pratique future des internes. Ce transfert ne fait pas (encore) partie des points d'évaluation de notre étude, et reste donc empirique, mais il a été montré [21,131] que le gain de confiance apporté par la simulation permettait aux internes, lorsqu'ils retournaient sur leurs lieux d'exercices, de pratiquer dans des conditions plus sereines, tout en étant plus attentifs à leur environnement (stade du *knowledge-based behavior* de Rasmussen [76]).

Niveau 4 : Impact clinique (bénéfices pour les patients)

Il s'agit du quatrième et dernier niveau d'évaluation, également le plus difficile à démontrer. Cependant, de nombreuses études l'ont réussi par le passé dans le domaine médical [99,100,171]. Notre travail ne permet pas pour l'instant de prouver l'impact clinique de cet entrainement, en termes chiffrés. Mais les considérations éthiques, nous amenant à tolérer de moins en moins l'entrainement sur patient, nous amène à considérer cet apprentissage préclinique comme bénéfique.

.....

Cette plateforme d'enseignement préclinique représente, à notre connaissance, le plus vaste projet de simulation sur animal destiné à des internes de chirurgie français. Or le modèle porcin nous apparaît être le plus réaliste dans le domaine de la chirurgie, comme cela a été expliqué dans ce travail. Un des freins à l'utilisation plus répandue de ce modèle représente le coût financier, lié à l'achat des animaux ainsi qu'au personnel indispensable pour les soins. Les rapports privilégiés de notre structure avec l'industrie médicale a permis de mettre ce projet sur pied.

Les publications relatives à la simulation en chirurgie sont chaque jour de plus en plus nombreuses. Elles proviennent essentiellement de pays de langue anglaise (Etats-Unis, Canada anglophone), mais l'Europe rattrape peu à peu son retard, comme le montre les nombreuses ouvertures ces dernières années de centres de simulation [72]. Après une phase initiale où étaient publiés des travaux visant à démontrer la faisabilité puis le bénéfice de la simulation, nous vivons aujourd'hui une époque où il est vraisemblable que la simulation deviendra bientôt obligatoire pour être autorisé à pratiquer. Cette formation sanctionnante, nécessaire pour se présenter à l'examen de certification de chirurgie générale de l'American Board of Surgery [157], existe depuis 2004 aux Etats-Unis. Certaines tentatives récentes [144], visant à harmoniser les pratiques européennes, vont dans ce sens. Nous sommes donc à un tournant de la formation en chirurgie.

Mais la formation par simulation ne pourra jamais remplacer totalement l'apprentissage chirurgical classique, dit par compagnonnage. Certains auteurs [94] ont tenté, et réussi avec des méthodes statistiques parfois douteuses, de démontrer la supériorité de l'apprentissage par simulation sur l'apprentissage au chevet du patient.

Mais il n'est pas besoin de trouver de nouveaux moyens de formation, uniquement dans le but d'en remplacer d'autres. D'après Munz et al. [130], l'amélioration des performances sur un type de simulateur se ressent lorsque le novice s'entraine sur un autre modèle. Ainsi, pour Reznick [16], l'ensemble de ces méthodes sont complémentaires, et il n'existe pas un seul moyen mais un arsenal de moyens de simulation, venant enrichir la formation dite « classique » par compagnonnage. Et d'après [184], rien ne pourra jamais remplacer l'expérience du chirurgien, acquise grâce aux nombreuses procédures réalisées sur de réels patients.

Cependant, la simulation médicale, de par la rigueur scientifique des méthodes d'évaluation qui l'accompagnent, a permis d'entrer dans une nouvelle phase de l'apprentissage chirurgical. L'enseignement pratique n'était jusqu'à présent pas formalisé, avec une évaluation quasi inexistante, et ne permettait pas de s'assurer de l'aptitude d'un chirurgien à opérer. Or, il existe une très grande hétérogénéité des formations en fonction de l'endroit où elles se déroulent. Il apparaît donc probable qu'à l'avenir une harmonisation des pratiques verra le jour. L'ensemble des travaux publiés, français et européens, doivent pour cela être validés à plus grande échelle. Mais comme le rapportait Gaba et al. [15] dans *Anesthesiology* en 1992, « les industries dont l'activité présente des risques pour la vie humaine, et dont la sécurité dépend d'opérateurs qualifiés, n'ont pas attendu des preuves irréfutables des bénéfices de la simulation pour l'adopter ».

CONCLUSION

L'apprentissage de la chirurgie par simulation n'est pas encore obligatoire en France. Mais de nombreuses études sont actuellement menées afin d'évaluer la place qu'elle pourrait occuper au sein de l'arsenal pédagogique.

Ce travail, prospectif, rapporte les résultats de l'enseignement mis en place dans la région HUGO. Il s'agit, à notre connaissance, du plus vaste projet d'enseignement par simulation sur modèle porcin existant, en 2012, en France. Le bénéfice apporté par l'utilisation de porcs, par rapport aux différents modèles inanimés disponibles sur le marché, a été largement démontré dans ce rapport.

Notre attention s'étant d'abord porté sur le module « Laparotomie », les résultats apportés par ce travail portant sur le module « Cœlioscopie » restent préliminaires.

L'enquête de satisfaction menée auprès des internes rapporte un taux d'adhésion au projet apparaissant excellent, gage indispensable afin d'espérer leur apporter un bénéfice. Il en ressort que leur pratique pourraient être modifiées par la répétition de ces exercices, notamment grâce à un gain de confiance indéniable.

Les résultats des pré-tests et des post-tests apparaissent quant à eux très décevants. Ces questions apparaissent pour beaucoup d'internes difficiles, et les réponses ne leur sont pas toujours apportées lors des sessions. On peut alors imaginer, afin d'améliorer ces scores, la réalisation d'un livret, pouvant contenir directement les informations, et qui serait adressé aux internes par mail/courrier avant les sessions. Il pourrait également s'agir d'un panel d'articles issus de la littérature, à étudier en amont des séminaires.

L'analyse des grilles d'évaluations est quant à elle très encourageante. Ces résultats, portant certes sur un nombre restreint de grilles, montrent une concordance inter-observateur bonne voire excellente concernant le nombre d'items corrects (ou incorrects). Il s'agissait de la première étape de nombre travail, qui nous semble atteinte, mais devra être confirmés lors d'évaluation à venir. L'analyse des scores ne montre, elle, pas de différences significatives au cours de trois sessions successives, pour les douze internes que nous avons pu suivre. Nous expliquons ces résultats par d'excellentes notes obtenues lors de la première session, qu'il apparaissait difficile d'améliorer, et ce grâce aux conseils apportés par nos

experts. Il ne nous aurait en effet pas semblé éthique de réaliser un exercice de manière totalement erronée sur les porcs, au risque de sacrifier l'animal.

Le résultat le plus intéressant concerne le gain de temps apporté par la répétition des exercices. Il existe en effet une différence significative entre les premières et les dernières séances, concernant la durée nécessaire afin de mener à terme les différents items. Et ce non seulement en fonction de l'ancienneté de l'interne, mais surtout en fonction du nombre de séances de simulation auxquelles l'apprenant aura participé. Ainsi, la contrainte horaire, diminuant la liberté d'un chirurgien à laisser pratiquer son interne, n'apparaît plus comme un obstacle infranchissable dès lors que les gestes de bases sont maîtrisés. Ces résultats, pouvant sembler évidents à première vue, restaient cependant à être confirmés par des résultats précis, apportés par notre travail.

Mais reste à savoir la référence à laquelle l'interne est comparé. En effet, pour le moment, notre travail ne constitue qu'une comparaison de résultats au sein d'un pool d'internes, d'habileté technique et d'expérience différentes. Mais nous ne savons pas quel serait le niveau d'expertise chirurgicale d'un interne comparé à celui d'un chirurgien aguerri. Dans le programme américain de simulation chirurgicale [157], il existe des objectifs précis à atteindre. Ces *minima* ont été calculés en fonction des résultats moyens d'un panel de chirurgiens seniors, auxquels ont été rajoutés un « bonus » calculé sur la base de l'écart-type. Cette évaluation de nos experts constituera la prochaine étape de notre travail, afin de fixer des objectifs clairs à remplir, en terme de score (nombre d'items corrects) et de durée opératoire.

Ainsi, nous nous trouvons aujourd'hui à un tournant de la formation chirurgicale. De nombreux éléments vont en faveur d'un gain apporté par l'apprentissage par simulation. Mais la littérature, abondante en la matière, n'apporte encore aucun consensus unanimement accepté. Cependant, même si des preuves complémentaires sont indispensables, la simulation ne peut plus être négligée, et devrait constituer un moyen de formation accessible à chaque interne. Car comme le prédisait déjà Gaba [15] en 1992, « les industries dont l'activité présente des risques pour la vie humaine, et dont la sécurité dépend d'opérateurs qualifiés, n'ont pas attendu des preuves irréfutables des bénéfices de la simulation pour l'adopter ».

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Passagia JG. Histoire de la Chirurgie. Module Santé, Société, Humanité. Université Joseph Fourrier de Grenoble. 2009-2010.
2. Epstein RM, Hundert EM. Defining and assessing professional competence. JAMA. 2002 janv 9;287(2):226–35.
3. Barbier J. Cent cinquante ans de chirurgie viscérale. E-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie. 2003;2(1) : 1-2.
4. Carter BN. The fruition of Halsted's concept of surgical training. Surgery. 1952 sept;32(3):518–27.
5. Vozenilek J, Huff JS, Reznek M, Gordon JA. See one, do one, teach one: advanced technology in medical education. Acad Emerg Med. 2004 nov;11(11):1149–54.
6. Porta CR, Sebesta JA, Brown TA, Steele SR, Martin MJ. Training surgeons and the informed consent process: routine disclosure of trainee participation and its effect on patient willingness and consent rates. Arch Surg. 2012 janv;147(1):57–62.
7. Rapport de la Meah pour le Ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie Associative Benchmark des blocs opératoires dans dix régions pilotes – Synthèse Nationale. 2008.
8. Champion H, Higgins G. The military simulation experience : charting the vision for simulation training in combat trauma. TATRC Report No 01-03x. US Army Medical Research and Material Command, Fort Detrick, Maryland 21702-5012.
9. Eisen LA, Savel RH. What went right: lessons for the intensivist from the crew of US Airways Flight 1549. Chest. 2009 sept;136(3):910–7.
10. Hosman R, Stassen H. Pilot's perception in the control of aircraft motions. Control Eng Pract. 1999;7(11):1421–8.
11. Anastakis DJ, Wanzel KR, Brown MH, McIlroy JH, Hamstra SJ, Ali J, et al. Evaluating the effectiveness of a 2-year curriculum in a surgical skills center. Am. J. Surg. 2003 avr;185(4):378–85.
12. Scott DJ. Patient safety, competency, and the future of surgical simulation. Simul Healthc. 2006;1(3):164–70.
13. Neumayer L. William H. Harridge Memorial Lecture. Changing the surgical education paradigm for the 21st century. Am. J. Surg. 2012 mars;203(3):282–6.
14. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS.To Err is Human. Bulding a safer health system. Institut of Medicine, Washington. National Academy Press; 1999.
15. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. Qual Saf Health Care. 2004 oct;13 Suppl 1:i2–10.
16. Reznick RK, MacRae H. Teaching surgical skills--changes in the wind. N. Engl. J. Med. 2006 déc 21;355(25):2664–9.
17. Litynski GS. Profiles in laparoscopy: Mouret, Dubois, and Perissat: the laparoscopic breakthrough in Europe (1987-1988). JSLS. 1999 juin;3(2):163–7.

18. Chung R, Pham Q, Wojtasik L, Chari V, Chen P. The laparoscopic experience of surgical graduates in the United States. Surg Endosc. 2003 nov;17(11):1792–5.
19. Chung RS, Ahmed N. The impact of minimally invasive surgery on residents' open operative experience: analysis of two decades of national data. Ann. Surg. 2010 févr;251(2):205–12.
20. Archer SB, Brown DW, Smith CD, Branum GD, Hunter JG. Bile duct injury during laparoscopic cholecystectomy: results of a national survey. Ann. Surg. 2001 oct;234(4):549–558; discussion 558–559.
21. Aggarwal R, Darzi A. Technical-skills training in the 21st century. N. Engl. J. Med. 2006 déc 21;355(25):2695–6.
22. Bariéty M, Coury CH. Histoire de la Médecine. Librairie Arthème Fayard, 1963:579-591.
23. Fischer LP, Bel JC, Blatteau JE. François de Lapeyronie (1678-1747), le "restaurateur de la chirurgie", avec les "démonstrateurs de chirurgie" (1724), l'Académie de Chirurgie (1731), "les droits des chirurgiens" (1743), brillant chirurgien civil et militaire. E-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie. 2012;11(1):089-100.
24. Sabatier JC. Recherches historiques sur la Faculté de médecine de Paris, Paris, éd. Baillères, 1837.
25. Berriat Saint-Prix M. Recherches sur la législation et l'histoire des Barbiers-chirurgiens, 1835
26. Rattner Gelbart N. The king's midwife. A history and mystery of madame du Coudray. Berkeley : University of California Press; 1998.
27. Billroth T. The Medical Sciences in the German Universities: with an introduction by William H. Welch. New York: The Macmillan Company; 1924.
28. Flexner A. Medical Education in the United States and Canada. Washington, DC: Science and Health Publications, Inc.; 1910.
29. Hoffman KI, Abrahamson S. The « cost-effectiveness » of Sim One. J Med Educ. 1975 déc;50(12 Pt1):1127–8.
30. Rosen KR. The history of medical simulation. J Crit Care. 2008 juin;23(2):157–66.
31. Barrows HS. An overview of the uses of standardized patients for teaching and evaluating clinical skills. AAMC. Acad Med. 1993 juin;68(6):443–451; discussion 451–453.
32. Hollender L. Surgery in France. Recommendations of the National Academics of Medicine and Surgery. Bull Acad Natle Med. 2005;189:1289-303.
33. Goff BA, Lentz GM, Lee D, Houmard B, Mandel LS. Development of an objective structured assessment of technical skills for obstetric and gynecology residents. Obstet Gynecol. 2000 juill;96(1):146–50.
34. Lentz GM, Mandel LS, Goff BA. A six-year study of surgical teaching and skills evaluation for obstetric/gynecologic residents in porcine and inanimate surgical models. Am. J. Obstet. Gynecol. 2005 déc;193(6):2056–61.
35. Gossot P. Utilisation, Intérêts et Limites du modèle porcin dans l'enseignement de la thoracoscopie. Thèse pour le Doctorat Vétérinaire. Faculté de Médecine de Créteil, 2011.

36. Wong JA, Matsumoto ED. Primer: cognitive motor learning for teaching surgical skill--how are surgical skills taught and assessed? Nat Clin Pract Urol. 2008 janv;5(1):47–54.
37. Yaegashi N, Kuramoto M, Nakayama C, Nakano M, Yajima A. Resident gynecologists and total hysterectomy. Tohoku J. Exp. Med. 1996 mars;178(3):299–306.
38. Fujisawa T, Iizasa T. [Medical education and surgical residency program for general thoracic surgery]. Nihon Geka Gakkai Zasshi. 2003 mars;104(3):305–10.
39. Karamanoukian HL, Panos AL, Bergsland J, Salerno TA. Perspectives of a cardiac surgery resident in-training on off-pump coronary bypass operation. Ann. Thorac. Surg. 2000 janv;69(1):42–45; discussion 45–46.
40. Reuters. European Parliament backs limits on physician work hours. November 17, 1999.
41. Arrêté du 10 septembre 2002 relatif aux gardes des internes, des résidents en médecine et des étudiants désignés pour occuper provisoirement un poste d'interne et à la mise en place du repos de sécurité. Journal Officiel de la République Française n°213 du 12 septembre 2002.
42. Supreme Court of the State of New York, County of New York:Part 50. Report of the fourth grand jury for the April/May termof 1986 concerning the care and treatment of a patient and the supervision of interns and junior residents at a hospital in New York County, December 1986.
43. New York Health Code (10 NYCRR 405.4), NewYork : Department of Health; 1989. Generalisation H.R. 3236, Patient and Physician Safety Act. October 30, 2001.
44. Darosa DA, Bell RH Jr, Dunnington GL. Residency program models, implications, and evaluation: results of a think tank consortium on resident work hours. Surgery. 2003 janv;133(1):13–23.
45. Fischer JE. Continuity of care: a casualty of the 80-hour work week. Acad Med. 2004 mai;79(5):381–3.
46. Maggiori L, Roupret M, Lefèvre J-H. Workload and surgical training of residents in France: Results of a national inquiry. J Visc Surg. 2011 avr;148(2):e141–147.
47. Etude sur le repos de sécurité. Association des Internes et Anciens Internes des Hôpitaux de Marseille. Avril 2011. Disponible à : http://www.saihm.org
48. Gaillard R. Mission sur l'évolution du statut hospitalo-universitaire. Rapport au Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Mai 2011.
49. Journal Officiel de la République Française. 14 juillet 2012.
50. Celhay O, d' Arcier BF, Koutlidis N, Beauval J-B, Benschik A, Bernhard J-C, et al. Alert on the predictable accessibility of the fellowship of urology until 2013: a study of the AFUF. Prog. Urol. 2011 sept;21(8):562–8.
51. Loi organique relative aux lois de finances du 1er août 2001 (n° 2001-692).
52. Bridges M, Diamond DL. The financial impact of teaching surgical residents in the operating room. Am. J. Surg. 1999 janv;177(1):28–32.
53. Haute Autorité de Santé. Socle de connaissances – Ensemble pour le développement de la Chirurgie Ambulatoire. Rapport de mission. Avril 2012.

54. Kron B. 3rd Millennium surgical training and the internship curriculum. Future and consequences on surgical emergency care. e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie. 2010;10(3):017-021.
55. Park A, Witzke D, Donnelly M. Ongoing deficits in resident training for minimally invasive surgery. J. Gastrointest. Surg. 2002 juin;6(3):501–507; discussion 507–509.
56. Kocher MS. Ghost surgery: the ethical and legal implications of who does the operation. J Bone Joint Surg Am. 2002 janv;84-A(1):148–50.
57. Hubert J, Perrenot C, Trand N, Felblingere J, Perez M. Surgical simulator (dV-Trainer®) and robotic surgery education. e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie. 2012;11 (1):080-084.
58. Haute Autorité de Santé. Les inhibiteurs de la pompe à proton chez l'adulte. Synthèse des Recommandations. Juin 2009.
59. Martin JA, Regehr G, Reznick R, MacRae H, Murnaghan J, Hutchison C, et al. Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. Br J Surg. 1997 févr;84(2):273–8.
60. Cuq P. Analyse sur les limites de couverture en Assurance Responsabilité Civile Professionnelle des médecins exerçant autour du plateau technique lourd. Rapport de l'Union des Chirurgiens de France. 9 septembre 2010.
61. Rapport sur l'Assurance Responsabilité Civile des professionnels de Santé. Ministère des Affaires Sociales et de la Santé. 24 février 2011.
62. Rapport de l'Autorité de Contrôle Prudentiel. Rapport réalisé en exécution de la loi du 31-12-2007 et de l'arrêté du 24-06-2008. Rapport sur l'exercice 2009.
63. Arrêt Perruche. Cass. ass. plén. 17 novembre 2000, Perruche (Bull. n° 457).
64. Loi n° 2002-303 du 4 mars 2002 relative aux droits des malades et à la qualité du système de Santé. Code de la Santé Publique.
65. La jurisprudence francophone des cours suprêmes. Disponible sur : www.juricaf.org
66. Knifed E, July J, Bernstein M. Neurosurgery patients' feelings about the role of residents in their care: a qualitative case study. J. Neurosurg. 2008 févr;108(2):287–91.
67. Knifed E, Taylor B, Bernstein M. What surgeons tell their patients about the intraoperative role of residents: a qualitative study. Am. J. Surg. 2008 nov;196(5): 788–94.
68. Pallin DJ, Harris R, Johnson CI, Giraldez E. Is consent « informed » when patients receive care from medical trainees? Acad Emerg Med. 2008 déc;15(12):1304–8.
69. Piessen G, Veyrie N. Evaluation de la formation des inscrits en DESC de Chirurgie Digestive et Viscérale en 2011. Mémoire en vue de l'obtention du DIU de Pédagogie Médicale. Université Paris Descartes ; année 2010-2011.
70. Satava RM, Cuschieri A, Hamdorf J. Metrics for objective Assessment. Surg Endosc. 2003 févr;17(2):220–6.
71. Satava RM, Gallagher AG, Pellegrini CA. Surgical competence and surgical proficiency: definitions, taxonomy, and metrics. J. Am. Coll. Surg. 2003 juin;196(6):933–7.
72. Haute Autorité de Santé. État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé. Rapport de mission. Janvier 2012.

73. Champion H, Higgins G. The military simulation experience : charting the vision for simulation training in combat trauma. TATRC Report No 01-03x. US Army Medical Research and Material Command, Fort Detrick, Maryland 21702-5012.
74. Clostermann JP. La conduite du navire marchand. Facteurs humains dans une activité à risques. Rennes : InfoMer; 2010.
75. Fauquet-Alekhine P. Facteurs Humains dans l'industrie nucléaire française. Rev Maritime. 2010;(490):4-11.
76. Wentink M, Stassen LPS, Alwayn I, Hosman RJAW, Stassen HG. Rasmussen's model of human behavior in laparoscopy training. Surg Endosc. 2003 août;17(8):1241–6.
77. Fitts PM, Posner MI. Human performance. Belmont, CA: Brooks/Cole, 1967.
78. Reznick RK. Teaching and testing technical skills. Am. J. Surg. 1993 mars;165(3): 358–61.
79. Ericsson KA. Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. Acad Med. 2004 oct;79(10 Suppl): S70–81.
80. Ericsson KA, Krampe RT, Tesch-Romer C. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. Psychol Rev. 1993;100(3):363-406.
81. Rasmussen J. Skills, rules, and knowledge; signals, signs and symbols, and other distinctions in human performance models. IEEE Trans Sys Man Cybernetics . 1983 ;13:257-266 .
82. Kolb DA. Experiential learning. Englewood Cliffs (NJ): Prentice-Hall, 1984.
83. Kolb DA, Fry R. Towards an applied theory of experiential learning.In Cooper GL, Theories of group processes. New York (NY) : John Wiley, 1975.
84. Kolb DA, Rubin IM, McIntyre JM. Organizational psychology. Englewood Cliffs (NJ) : Prentice-Hall, 1974.
85. Kolb DA. Learning style inventory: Self-scoring inventory and interpretation booklet. Boston (MA): McBer, 1985.
86. Chevrier J, Charbonneau B. Le savoir-apprendre expérientiel dans le contexte du modèle de David Kolb. Revue des sciences de l'éducation. 2000; 26(2):287-324.
87. Derossis AM, Fried GM, Abrahamowicz M, Sigman HH, Barkun JS, Meakins JL. Development of a model for training and evaluation of laparoscopic skills. Am. J. Surg. 1998 juin;175(6):482–7.
88. Pearson AM, Gallagher AG, Rosser JC, Satava RM. Evaluation of structured and quantitative training methods for teaching intracorporeal knot tying. Surg Endosc. 2002 janv;16(1):130–7.
89. Chang L, Petros J, Hess DT, Rotondi C, Babineau TJ. Integrating simulation into a surgical residency program: is voluntary participation effective? Surg Endosc. 2007 mars;21(3):418–21.
90. Paisley AM, Baldwin PJ, Paterson-Brown S. Validity of surgical simulation for the assessment of operative skill. Br J Surg. 2001 nov;88(11):1525–32.
91. Sanfey H, Dunnington G. Verification of proficiency: a prerequisite for clinical experience. Surg. Clin. North Am. 2010 juin;90(3):559–67.

92. Remmen R, Denekens J, Scherpbier A, Hermann I, van der Vleuten C, Royen PV, et al. An evaluation study of the didactic quality of clerkships. Med Educ. 2000 juin;34(6):460–4.
93. Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, Erwin PJ, Hamstra SJ. Technology-Enhanced Simulation for Health Professions Education - A Systematic Review and Meta-analysis. JAMA. 2011;306(9):978-988.
94. Al-Kadi AS, Donnon T, Oddone Paolucci E, Mitchell P, Debru E, Church N. The effect of simulation in improving students' performance in laparoscopic surgery: a meta-analysis. Surgical Endoscopy [Internet 2012 mai 31]
95. Doumouras AG, Keshet I, Nathens AB, Ahmed N, Hicks C. A Crisis of Faith? A Review of Simulation in Teaching Team-Based, Crisis Management Skills to Surgical Trainees. J Surg Educ. 2012;69(3):274-281.
96. Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. Evaluating training programs: the four levels. San Francisco : Berrett-Koehler Publishers; 1998.
97. Kirkpatrick D. Great ideas revisited. Techniques for evaluating training programs. Revisiting Kirkpatrick's four-level model. Training Dev. 1996;50(1):54-9.
98. Berg D, Raugi G, Gladstone H, Berkley J, Weghorst S, Ganter M, et al. Virtual reality simulators for dermatologic surgery: measuring their validity as a teaching tool. Dermatol Surg. 2001 avr;27(4):370–4.
99. Blond MH, Gold F, Oriot D, Menget A. Neonatal resuscitation in the delivery room: educational process and evaluation. Arch Pediatr. 2004 févr;11(2):144–50.
100. Barsuk JH, Cohen ER, Feinglass J, McGaghie WC, Wayne DB. Use of simulation-based education to reduce catheter-related bloodstream infections. Arch. Intern. Med. 2009 août 10;169(15):1420–3.
101. McGaghie WC. Medical education research as translational science. Sci Transl Med. 2010 févr 17;2(19):19-28.
102. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. Med Educ. 2010 janv;44(1):50–63.
103. Ahlberg G, Enochsson L, Gallagher AG, Hedman L, Hogman C, McClusky DA 3rd, et al. Proficiency-based virtual reality training significantly reduces the error rate for residents during their first 10 laparoscopic cholecystectomies. Am. J. Surg. 2007 juin;193(6):797–804.
104. Ahlberg G, Kruuna O, Leijonmarck C-E, Ovaska J, Rosseland A, Sandbu R, et al. Is the learning curve for laparoscopic fundoplication determined by the teacher or the pupil? Am. J. Surg. 2005 févr;189(2):184–9.
105. Arora S, Aggarwal R, Moran A, Sirimanna P, Crochet P, Darzi A, et al. Mental practice: effective stress management training for novice surgeons. J. Am. Coll. Surg. 2011 févr;212(2):225–33.
106. Arora S, Sevdalis N, Nestel D, Tierney T, Woloshynowych M, Kneebone R. Managing intraoperative stress: what do surgeons want from a crisis training program? Am. J. Surg. 2009 avr;197(4):537–43.
107. Arora S, Sevdalis N, Nestel D, Woloshynowych M, Darzi A, Kneebone R. The impact of stress on surgical performance: a systematic review of the literature. Surgery. 2010

mars;147(3):318–330, 330.e1–6.
108. Ahmed M, Sevdalis N, Paige J, Paragi-Gururaja R, Nestel D, Arora S. Identifying best practice guidelines for debriefing in surgery: a tri-continental study. Am. J. Surg. 2012 avr;203(4):523–9.
109. Dieckmann P, Molin Friis S, Lippert A, Ostergaard D. The art and science of debriefing in simulation: Ideal and practice. Med Teach. 2009 juill;31(7):e287–294.
110. Salas E, Klein C, King H, Salisbury M, Augenstein JS, Birnbach DJ, et al. Debriefing medical teams: 12 evidence-based best practices and tips. Jt Comm J Qual Patient Saf. 2008 sept;34(9):518–27.
111. McClusky DA, Gallagher AG, Ritter EM, Lederman AB, Van Sickle K, Smith CD. Virtual reality training improves junior residents' operating room performance: Results of a prospective, randomized, double-blinded study of the complete laparoscopic cholecystectomy. Emory University School of Medicine. Atlanta, GA, 2009.
112. Fanning RM, Gaba DM. The role of debriefing in simulation-based learning. Simul Healthc. 2007;2(2):115–25.
113. Darzi A, Mackay S. Skills assessment of surgeons. Surgery. 2002 févr;131(2):121–4.
114. Van de Ridder JMM, Stokking KM, McGaghie WC, ten Cate OTJ. What is feedback in clinical education? Med Educ. 2008 févr;42(2):189–97.
115. Sidhu RS, Grober ED, Musselman LJ, Reznick RK. Assessing competency in surgery: where to begin? Surgery. 2004 janv;135(1):6–20.
116. 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 févr;91(2):146–50.
117. Varas J, Mejía R, Riquelme A, Maluenda F, Buckel E, Salinas J, et al. Significant transfer of surgical skills obtained with an advanced laparoscopic training program to a laparoscopic jejunojejunostomy in a live porcine model: feasibility of learning advanced laparoscopy in a general surgery residency. Surgical Endoscopy [Internet 2012 juin 26].
118. Torkington J, Smith SG, Rees B, Darzi A. The role of the basic surgical skills course in the acquisition and retention of laparoscopic skill. Surg Endosc. 2001 oct;15(10):1071–5.
119. Dubrowski A, Park J, Moulton C, Larmer J, MacRae H. A comparison of single- and multiple-stage approaches to teaching laparoscopic suturing. Am. J. Surg. 2007 févr;193(2):269–73.
120. Beyer L, Troyer JD, Mancini J, Bladou F, Berdah SV, Karsenty G. Impact of laparoscopy simulator training on the technical skills of future surgeons in the operating room: a prospective study. Am. J. Surg. 2011 sept;202(3):265–72.
121. Debes AJ, Aggarwal R, Balasundaram I, Jacobsen MBJ. Construction of an evidence-based, graduated training curriculum for D-box, a webcam-based laparoscopic basic skills trainer box. Am. J. Surg. 2012 juin;203(6):768–75.
122. Fundamentals of Laparoscopic Surgery (2010). Available at www.flsprogram.org/. Accessed 15 March 2010.
123. Jaffer A, Bednarz B, Challacombe B, Sriprasad S. The assessment of surgical competency in the UK. Int J Surg. 2009 févr;7(1):12–5.

124. Gallagher AG, Cates CU. Approval of virtual reality training for carotid stenting: what this means for procedural-based medicine. JAMA. 2004 déc 22;292(24):3024–6.
125. Rouach Y, Timsit M-O, Delongchamps N-B, Fontaine E, Peyromaure M, Thiounn N, et al. Laparoscopic partial nephrectomy: urology resident learning curve on a porcine model. Prog. Urol. 2008 juin;18(6):344–50.
126. Carter FJ, Schijven MP, Aggarwal R, Grantcharov T, Francis NK, Hanna GB, et al. Consensus guidelines for validation of virtual reality surgical simulators. Surg Endosc. 2005 déc;19(12):1523–32.
127. Gurusamy KS, Aggarwal R, Palanivelu L, Davidson BR. Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic Surgery. Review of the Cochrane Collaboration. 2009.
128. Ritter EM, Scott DJ. Design of a proficiency-based skills training curriculum for the fundamentals of laparoscopic surgery. Surg Innov. 2007 juin;14(2):107–12.
129. Scott DJ, Ritter EM, Tesfay ST, Pimentel EA, Nagji A, Fried GM. Certification pass rate of 100% for fundamentals of laparoscopic surgery skills after proficiency-based training. Surg Endosc. 2008 août;22(8):1887–93.
130. Munz Y, Almoudaris AM, Moorthy K, Dosis A, Liddle AD, Darzi AW. Curriculum-based solo virtual reality training for laparoscopic intracorporeal knot tying: objective assessment of the transfer of skill from virtual reality to reality. Am. J. Surg. 2007 juin;193(6):774–83.
131. Aggarwal R, Ward J, Balasundaram I, Sains P, Athanasiou T, Darzi A. Proving the effectiveness of virtual reality simulation for training in laparoscopic surgery. Ann. Surg. 2007 nov;246(5):771–9.
132. Edmond CV. Virtual reality and surgical simulation. In: Citardi MJ, eds. Computer-Aided Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, New York: Marcel Dekker, 2002.
133. Van Sickle KR, Ritter EM, Baghai M, Goldenberg AE, Huang I-P, Gallagher AG, et al. Prospective, randomized, double-blind trial of curriculum-based training for intracorporeal suturing and knot tying. J. Am. Coll. Surg. 2008 oct;207(4):560–8.
134. Miller A, Archer J. Impact of workplace based assessment on doctors' education and performance: a systematic review. BMJ. 2010;341:c5064.
135. Moore MJ, Bennett CL. The learning curve for laparoscopic cholecystectomy. The Southern Surgeons Club. Am. J. Surg. 1995 juill;170(1):55–9.
136. Sariego J, Spitzer L, Matsumoto T. The « learning curve » in the performance of laparoscopic cholecystectomy. Int Surg. 1993 mars;78(1):1–3.
137. Patel AD, Gallagher AG, Nicholson WJ, Cates CU. Learning curves and reliability measures for virtual reality simulation in the performance assessment of carotid angiography. J. Am. Coll. Cardiol. 2006 mai 2;47(9):1796–802.
138. Madan AK, Frantzides CT. Prospective randomized controlled trial of laparoscopic trainers for basic laparoscopic skills acquisition. Surg Endosc. 2007 févr;21(2):209–13.
139. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, et al: Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. Ann Surg. 2002; 236(4):458-463.

140. Ikonen TS, Antikainen T, Silvennoinen M, Isojärvi J, Mäkinen E, Scheinin TM. Virtual reality simulator training of laparoscopic cholecystectomies – a systematic review. Scand J Surg. 2012;101: 5-12.
141. Van Nortwick SS, Lendvay TS, Jensen AR, Wright AS, Horvath KD, Kim S. Methodologies for establishing validity in surgical simulation studies. Surgery. 2010 mai;147(5): 622–30.
142. Sturm LP, Windsor JA, Cosman PH, Cregan P, Hewett PJ, Maddern GJ. A systematic review of skills transfer after surgical simulation training. Ann. Surg. 2008 août;248(2):166–79.
143. Grober ED, Hamstra SJ, Wanzel KR, Reznick RK, Matsumoto ED, Sidhu RS, et al. The educational impact of bench model fidelity on the acquisition of technical skill: the use of clinically relevant outcome measures. Ann. Surg. 2004 août;240(2):374–81.
144. Van Dongen KW, Ahlberg G, Bonavina L, Carter FJ, Grantcharov TP, Hyltander A, et al. European consensus on a competency-based virtual reality training program for basic endoscopic surgical psychomotor skills. Surg Endosc. 2011 janv;25(1):166–71.
145. Swindle MM. Swine as replacements for dogs in the surgical teaching and research laboratory. Lab. Anim. Sci. 1984 août;34(4):383–5.
146. Panait L, Akkary E, Bell RL, Roberts KE, Dudrick SJ, Duffy AJ. The role of haptic feedback in laparoscopic simulation training. J. Surg. Res. 2009 oct;156(2):312–6.
147. Gaarder C, Naess PA, Buanes T, Pillgram-Larsen J. Advanced surgical trauma care training with a live porcine model. Injury. 2005 juin;36(6):718–24.
148. Lewis T, Aggarwal R, Sugden C, Darzi A. The adoption of advanced surgical techniques: are surgical masterclasses enough? Am. J. Surg. 2012 juill;204(1):110–4.
149. Akl MN, Giles DL, Long JB, Magrina JF, Kho RM. The efficacy of viewing an educational video as a method for the acquisition of basic laparoscopic suturing skills. J Minim Invasive Gynecol. 2008 août;15(4):410–3.
150. Winckel CP, Reznick RK, Cohen R, Taylor B. Reliability and construct validity of a structured technical skills assessment form. Am. J. Surg. 1994 avr;167(4):423–7.
151. Reznick R, Regehr G, MacRae H, Martin J, McCulloch W. Testing technical skill via an innovative « bench station » examination. Am. J. Surg. 1997 mars;173(3):226–30.
152. Mitchell EL, Lee DY, Sevdalis N, Partsafas AW, Landry GJ, Liem TK, et al. Evaluation of distributed practice schedules on retention of a newly acquired surgical skill: a randomized trial. Am. J. Surg. 2011 janv;201(1):31–9.
153. Schijven MP, Berlage JTM, Jakimowicz JJ. Minimal-access surgery training in the Netherlands: a survey among residents-in-training for general surgery. Surg Endosc. 2004 déc;18(12):1805–14.
154. Schijven MP, Jakimowicz J. The learning curve on the Xitact LS 500 laparoscopy simulator: profiles of performance. Surg Endosc. 2004 janv;18(1):121–7.
155. Soper NJ, Fried GM. The fundamentals of laparoscopic surgery: its time has come. Bull Am Coll Surg. 2008 sept;93(9):30–2.
156. Fried GM, Feldman LS, Vassiliou MC, Fraser SA, Stanbridge D, Ghitulescu G, et al. Proving the value of simulation in laparoscopic surgery. Ann. Surg. 2004 sept;240(3):518–525; discussion 525–528.

157. Okrainec A, Soper NJ, Swanstrom LL, Fried GM. Trends and results of the first 5 years of Fundamentals of Laparoscopic Surgery (FLS) certification testing. Surg Endosc. 2011 avr;25(4):1192–8.*
158. Eckert M, Cuadrado D, Steele S, Brown T, Beekley A, Martin M. The changing face of the general surgeon: national and local trends in resident operative experience. Am. J. Surg. 2010 mai;199(5):652–6.
159. Rosser JC Jr, Gentile DA, Hanigan K, Danner OK. The Effect of Video Game « Warm-up » on Performance of Laparoscopic Surgery Tasks. JSLS. 2012 mars;16(1):3–9.
160. Van Det MJ, Meijerink WJHJ, Hoff C, Totté ER, Pierie JPEN. Optimal ergonomics for laparoscopic surgery in minimally invasive surgery suites: a review and guidelines. Surg Endosc. 2009 juin;23(6):1279–85.
161. Peyre SE, Peyre CG, Sullivan ME, Towfigh S. A surgical skills elective can improve student confidence prior to internship. J. Surg. Res. 2006 juin 1;133(1):11–5.
162. Brunt LM, Halpin VJ, Klingensmith ME, Tiemann D, Matthews BD, Spitler JA, et al. Accelerated skills preparation and assessment for senior medical students entering surgical internship. J. Am. Coll. Surg. 2008 mai;206(5):897–904; discussion 904–907.
163. Esterl RM Jr, Henzi DL, Cohn SM. Senior medical student « Boot Camp »: can result in increased self-confidence before starting surgery internships. Curr Surg. 2006 août;63(4):264–8.
164. Boehler ML, Rogers DA, Schwind CJ, Fortune J, Ketchum J, Dunnington G. A senior elective designed to prepare medical students for surgical residency. Am. J. Surg. 2004 juin;187(6):695–7.
165. Mackay S, Morgan P, Datta V, Chang A, Darzi A. Practice distribution in procedural skills training: a randomized controlled trial. Surg Endosc. 2002 juin;16(6):957–61.
166. Van Dongen KW, van der Wal WA, Rinkes IHMB, Schijven MP, Broeders IAMJ. Virtual reality training for endoscopic surgery: voluntary or obligatory? Surg Endosc. 2008 mars;22(3):664–7.
167. Panepinto LM, Phillips RW, Wheeler LR, Will DH. The Yucatan minature pig as a laboratory animal. Lab. Anim. Sci. 1978 juin;28(3):308–13.
168. Suk P, Cundrle I Jr, Hruda J, Vocilková L, Konecny Z, Vlasin M, et al. Porcine model of ruptured abdominal aortic aneurysm repair. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2012 juin;43(6):698–704.
169. Boon JR, Salas N, Avila D, Boone TB, Lipshultz LI, Link RE. Construct validity of the pig intestine model in the simulation of laparoscopic urethrovesical anastomosis: tools for objective evaluation. J. Endourol. 2008 déc;22(12):2713–6.
170. Smith CD, Farrell TM, McNatt SS, Metreveli RE. Assessing laparoscopic manipulative skills. Am. J. Surg. 2001 juin;181(6):547–50.
171. Smith HM, Jacob AK, Segura LG, Dilger JA, Torsher LC. Simulation education in anesthesia training: a case report of successful resuscitation of bupivacaine-induced cardiac arrest linked to recent simulation training. Anesth. Analg. 2008 mai;106(5):1581–1584, table of contents.
172. Mornet P, Tournut J, Toma B. Le porc et ses maladies. Maloine, Paris, 1982;65-126.

173. Izzat MB, El-Zufari MH, Yim AP. Training model for « beating-heart » coronary artery anastomoses. Ann. Thorac. Surg. 1998 août;66(2):580–1.
174. Alimi YS, Hartung O, Dhanis AF, Juhan C. Chirurgie laparoscopique aortoiliaque : Enseignements à partir des 80 premiers patients. e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie. 2002;1(3):13-18.
175. Gao H, Lund L, Prag J, Sandermann J, Lindholt JS. Laparoscopic diagnosis and treatment of aortic vascular prosthetic graft infections in a porcine model. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2008 janv;35(1):41–5.
176. Tréguier S. Anatomie laparoscopique de la cavité abdomino-pelvienne du porc. Thèse pour le Doctorat Vétérinaire. Faculté de Nantes. 2006-124.
177. Kopchok GE, Cavaye DM, Klein SR, Mueller MP, Lee JL, White RA. Endoscopic surgery training : application of an in vitro trainer and in vivo swine model. J Invest Surg. 1993;6(4):329-37.
178. Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. Textbook of Veterinary Anatomy, 4th Edition. Elsevier Health Australia; December 2011.
179. Richer JP, Faure JP, Dugue T, Journe F, Bon D, Maillot N, et al. [Technique for protecting the liver graft less tolerant than the small bowel to heat-induced ischemia in experimental liver + small bowel transplantation in swine]. Chirurgie. 1997;122(8-9):491–495; discussion 496.
180. Richer JP, Silvain C, Rouffineau J, Péchier F, Caritez JC, Kamina P, et al. Anatomic and radiologic bases of combined transplantation of liver and small intestine in the pig. Surg Radiol Anat. 1994;16(3):245–51.
181. Carretier M, Richer JP, Rouffineau J, Karayan J, Lacoste L, Pechier JM. Perfecting a model of orthotopic liver/small bowel transplantation in pigs: determination of the best harvesting and transplantation technique. Transplant. Proc. 1995 avr;27(2): 1717–9.
182. Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. Educ Psychol Meas. 1960;20(1):27-46.
183. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977 mars;33(1):159–74.
184. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. Med Teach. 2005 janv;27(1):10–28.

SERMENT D'HIPPOCRATE

EN PRESENCE DES MAITRES DE CETTE FACULTE,
DE MES CHERS CONDISCIPLES
ET SELON LA TRADITION D'HIPPOCRATE,

JE PROMETS ET JE JURE D'ETRE FIDELE
AUX LOIS DE L'HONNEUR ET DE LA PROBITE
DANS L'EXERCICE DE LA MEDECINE.

JE DONNERAI MES SOINS GRATUITS A L'INDIGENT,
ET N'EXIGERAI JAMAIS UN SALAIRE
AU-DESSUS DE MON TRAVAIL.

ADMIS DANS L'INTERIEUR DES MAISONS,
MES YEUX NE VERRONT PAS CE QUI S'Y PASSE,
MA LANGUE TAIRA LES SECRETS QUI ME SERONT CONFIES
ET MON ETAT NE SERVIRA PAS
A CORROMPRE LES MŒURS NI A FAVORISER LE CRIME.

RESPECTUEUX ET RECONNAISSANT ENVERS MES MAITRES,
JE RENDRAI A LEURS ENFANTS
L'INSTRUCTION QUE J'AI REÇUE DE LEURS PERES.

QUE LES HOMMES M'ACCORDENT LEUR ESTIME
SI JE SUIS FIDELE A MES PROMESSES.

QUE JE SOIS COUVERT D'OPPROBRE
ET MEPRISE DE MES CONFRERES
SI J'Y MANQUE.

Université de Poitiers

Faculté de Médecine et de Pharmacie

ROUSSEL Benjamin **Thèse n°**

87 pages - 29 Figures - 10 tableaux

RESUME

Objectif : Jusqu'à présent, la formation des chirurgiens était assurée par compagnonnage. Depuis quelques années, l'apprentissage par simulation est en plein essor dans le domaine médical, et permet notamment l'acquisition des gestes de bases en chirurgie. Le but de ce travail est de dresser, dans une première partie, un portrait de la formation telle qu'elle était assurée jusqu'à aujourd'hui (notamment en France), puis d'effectuer une revue de la littérature sur l'apprentissage de la chirurgie par simulation. Dans une deuxième partie, nous présenterons la plateforme d'enseignement préclinique sur modèle porcin (modules laparotomie et cœlioscopie) mis en place depuis septembre 2010 pour les internes de Chirurgie Viscérale de la région HUGO (Grand Ouest), avant d'analyser les résultats des échelles d'évaluations créées pour ce projet (population de n=46 internes).

Méthode : La concordance inter-observateur des échelles d'évaluation a été mesurée selon le test du coefficient Kappa (K) de Cohen, puis comparée à la table de Landis. Nous avons ensuite évalué l'apport théorique (prétest et posttest) et pratique de cette simulation. L'analyse des résultats des évaluations s'intéresse à deux critères : la durée opératoire (globale, selon l'ancienneté des internes et selon le nombre de séances de simulation effectuées) et le score de réussite (score global et évolution sur trois séances successives).

Résultats : La concordance inter-observateur apparaît bonne voire excellente (K entre 0.69 et 0.90, avec $p<0.05$). L'analyse montre des scores globaux excellents, avec un gain de temps, exprimé en durée opératoire nécessaires à la réalisation des exercices, apporté par la simulation au fil des séances ($p<0.05$).

Conclusion : Nous sommes actuellement à un tournant de la formation chirurgicale. L'apprentissage des gestes élémentaires (*basic skills* en anglais) apparaît faisable par simulation, et notamment sur modèle porcin qui représente d'après la littérature le modèle se rapprochant le plus de l'homme. Notre étude démontre un gain indéniable de temps apporté par la simulation, permettant par la suite une mise en situation facilitée au bloc opératoire. Notre projet représente, à notre connaissance, le plus vaste projet de simulation sur modèle porcin mis en place à l'échelle d'une inter-région.

Mots clés : Simulation. Chirurgie. Porc. Animal. Skill. Cœlioscopie. Interne. HUGO. Evaluation.