

**BULLETIN N° 202**  
**ACADÉMIE EUROPEENNE**  
**INTERDISCIPLINAIRE**  
**DES SCIENCES**



**Lundi 1er février 2016 à 17h :**  
**à la Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 Paris**

1. Nouvelle présentation des thèmes de futur colloque
2. Revue des préparatifs du colloque des 11 et 12 février prochains  
*" Ondes, Matières et Univers "*

Notre Prochaine séance aura lieu **le lundi 14 mars 2016 à 16h30**  
à la Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 Paris  
Elle aura pour thème:

1. Conférence de notre collègue de la section de l'AEIS Nancy,  
le Dr. Nguyen TRANG,  
Directeur de l'Ecole de chirurgie Nancy-Lorraine, Faculté de Médecine, Université de Lorraine.  
*" Développement de nouvelles méthodes de formation des chirurgiens basées  
sur la simulation "*
2. Présentation par notre collègue Claude MAURY de son projet de colloque:  
*" Science, causalité et hasard "*

# ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES

**PRÉSIDENT** : Pr Victor MASTRANGELO  
**VICE PRÉSIDENT** : Pr Jean-Pierre FRANÇOISE  
**VICE PRÉSIDENT BELGIQUE**(Liège):  
 Pr Jean SCHMETS  
**VICE PRÉSIDENT ITALIE**(Rome):  
 Pr Ernesto DI MAURO  
**SECRÉTAIRE GÉNÉRALE** : Irène HERPE-LITWIN  
**TRÉSORIÈRE GÉNÉRALE**: Édith PERRIER

**MEMBRES CONSULTATIFS DU CA** :  
 Gilbert BELAUBRE  
 François BÉGON  
 Bruno BLONDEL  
 Michel GONDRAN

**COMMISSION FINANCES**: Claude ELBAZ  
**COMMISSION MULTIMÉDIA**: Pr. Alain CORDIER  
**COMMISSION ÉDITION**:  
 Pr Robert FRANCK et Pr Pierre NABET  
**COMMISSION SYNTHÈSES SCIENTIFIQUES**:  
 Jean-Pierre TREUIL  
**COMMISSION CANDIDATURES**:  
 Pr. Jean-Pierre FRANÇOISE

**PRÉSIDENT FONDATEUR** : Dr. Lucien LÉVY (†)  
**PRÉSIDENT D'HONNEUR** : Gilbert BELAUBRE

**CONSEILLERS SCIENTIFIQUES** :  
**SCIENCES DE LA MATIÈRE** : Pr. Gilles COHEN-TANNOUJJI  
**SCIENCES DE LA VIE ET BIOTECHNIQUES** : Pr Ernesto DI MAURO

**CONSEILLERS SPÉCIAUX**:  
**ÉDITION**: Pr Robert FRANCK  
**AFFAIRES EUROPÉENNES** :Pr Jean SCHMETS  
**RELATIONS VILLE DE PARIS et IDF**:  
 Michel GONDRAN ex-Président  
**MOYENS MULTIMÉDIA et RELATIONS UNIVERSITÉS**:  
 Pr Alain CORDIER  
**RELATIONS AX et MÉCÉNAT** : Gilbert BELAUBRE

**SECTION DE NANCY** :  
**PRÉSIDENT** : Pr Pierre NABET

février 2016

## N°202

### TABLE DES MATIÈRES

p. 03 Séance du 1er février 2016  
 p. 09 Annonces  
 p. 10 Documents

### Prochaine séance : lundi 14 mars 2016

1. Conférence de notre collègue de la section de l'AEIS Nancy,  
le Dr. Nguyen TRANG,  
Directeur de l'Ecole de chirurgie Nancy-Lorraine, Faculté de Médecine, Université de Lorraine.  
*" Développement de nouvelles méthodes de formation des chirurgiens  
basées sur la simulation"*
2. Présentation par notre collègue Claude MAURY de son projet de colloque:  
*"Science, causalité et hasard"*

**ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES**  
**5, rue Descartes 75005 Paris**

**Séance du Lundi 1er février 2016 5 rue Descartes 75005 Paris à 17h**

La séance est ouverte à 17h **sous la Présidence de Victor MASTRANGELO** et en la présence de nos Collègues Gilbert BELAUBRE, Jean-Louis BOBIN, Gilles COHEN-TANNOUDJI, Alain CORDIER, Françoise DUTHEIL, Michel GONDRAN, Irène HERPE-LITWIN, Pierre MARCHAIS, Claude MAURY, Jean SCHMETS, Alain STAHL

Etaient excusés François BEGON, Jean-Pierre BESSIS, Bruno BLONDEL, Michel CABANAC, Alain CARDON, Juan-Carlos CHACHQUES, Daniel COURGEAU, Ernesto DI MAURO, Claude ELBAZ, Vincent FLEURY, Jean -Pierre FRANCOISE, Robert FRANCK, Jacques HENRI-ROBERT, Dominique LAMBERT, Gérard LEVY, Jacques LEVY, Antoine LONG, Valérie LEFEVRE-SEGUIN, Pierre MARCHAIS, Anastassios METAXAS, Jacques NIO, Edith PERRIER, Pierre PESQUIES, Jean-Pierre TREUIL, Jean VERDETTI.

**I. Ultime présentation des projets de futur colloque pour 2018 .**

Les thématiques suivantes de nouveaux colloques ont été présentées:

1. Projet Gilbert BELAUBRE : "les signatures de la conscience"
2. Projet Gilles COHEN-TANNOUDJI: "L'anthropocène, ou la tension naturel/artificiel"
3. Projet Michel GONDRAN " Modèles de représentation du réel"
4. Projet Claude MAURY: "Science et Hasard"

Après réflexion notre collègue Claude MAURY a décidé de changer quelque peu la thématique de son projet qu'il intitulerait " Science, causalité et hasard". Il nous le présentera lundi 14 mars lors de notre prochaine réunion.

**II. Revue des préparatifs du colloque des 11 et 12 février prochains**  
**" Ondes, Matières et Univers"**

Suite à un problème de santé notre conférencier Rienk Van GRONDELLE ne pourra donner sa conférence. Il a donc été procédé à une menue modification du programme du colloque:

---

## Jeudi 11 février /matin

---

- **9h00-9h10 Allocution de Jean-Philippe UZAN, Directeur-Adjoint de l'IHP**
- **9h10-9h25 Présentation du Colloque/Congrès par Victor MASTRANGELO, Président de l'AEIS**
- **9h25-9h45 Introduction générale par Françoise Balibar, Présidente du Colloque, Professeure Émérite, Université Paris Diderot**

.....

### Session 1. *Relativité, Ondes de l'Univers*

Modérateurs : Claude ELBAZ /Jean SCHMETS (AEIS)

.....

- **9h50 -10h25 De la nature du vide: de Galilée à l'énergie noire**  
**Jean ZINN-JUSTIN** (Université Paris-Saclay, CEA/IRFU)

10h25-10h35 Échanges avec l'assistance

- **10h40-11h15 Weak lensing and some of its applications in cosmology**

**Jean-Philippe UZAN** CNRS/Institut d'Astrophysique de Paris & Institut Henri Poincaré

11h15-11h30 Échanges

**11h30 -11h45 Pause et session Posters**

- **11h50-12h25 Cosmologie avec le satellite Planck: des fluctuations quantiques du vide de l'univers primordial aux grandes structures de l'Univers qui nous entourent**

**François BOUCHET** (CNRS/Institut d'Astrophysique de Paris)

12h25-12h35 Échanges

**12h35-13h55 Pause déjeuner et session Posters**

-----

---

## Jeudi 11 février / après-midi

---

- **14h-14h35 Les ondes gravitationnelles : une nouvelle fenêtre sur l'Univers**

**Patrice HELLO** (Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire, Université Paris-Sud et CNRS/IN2P3, Orsay)

14h35-14h45 Échanges

**SESSION 2. *Dualité Ondes/Corpuscules de la Physique quantique***

Modérateur: Alain CORDIER (AEIS)

:

➤ **14h55-15h30 La mesure du temps et tests de physique fondamentale****Christophe SALOMON** (Laboratoire Kastler Brossel, École Normale Supérieure Paris)

15 h30-15h40 Échanges

➤ **15h45-16h20 Dualisme ondes particules, superposition d'états et intrication:  
l'étrangeté quantique en action****Serge HAROCHE** (Collège de France et Laboratoire Kastler Brossel, École Normale Supérieure Paris)

16h20-16h30 Échanges

**16h30-16h45 Pause et session Posters**➤ **16h50 -17h25 La mécanique quantique: historique, interprétation****Franck LALOË** (Laboratoire Kastler Brossel, École Normale Supérieure Paris)

17h25-17h35 Échanges

➤ **17h35 Fin de la journée**

## Vendredi 12 février/matin

### SESSION 3. *Ondes, matière et quantification*

Modérateurs: Michel GONDRAN/Jean-Pierre FRANÇOISE (AEIS)

- **9h-9h35 Atomes et lumière en équilibre thermique: de l'argument d'Einstein aux mélasses optiques**

**Jean DALIBARD** (Collège de France et Laboratoire Kastler Brossel, École Normale Supérieure Paris)

9h35-9h45 Échanges

- **9h50-10h25 Un Univers Quantique avant le(s) Big Bang(s)?**

**Gabriele VENEZIANO** (Università La Sapienza, Collège de France, CERN)

10h25-10h35 Échanges

**10h35-10h45 Pause et session Posters**

- **10h50-11h25 Espace-temps quantique, gravité quantique à boucles et explosions de trous noirs**

**Simone SPEZIALE** (CPT/CNRS-Marseille)

11h25-11h35 Échanges

- **11h40- 12h15 La théorie de de Broglie-Bohm comme complétion rationnelle de la mécanique quantique**

**Jean BRICMONT** (Université de Louvain)

12h15-12h25 Échanges

**12h25-13h55 Pause déjeuner et session Posters**

## Vendredi 12 /après-midi

- **14h-14h35 Dark matter at galactic scales & MOND**

**Luc BLANCHET** (CNRS, IAP Gravitation et Cosmologie (GReCO))

14h35-14h45 Échanges

### SESSION 4. Posters et Table Ronde

Modérateur: Pierre NABET (AEIS-Nancy)

### Présentation des POSTERS 14h50-16h

.....

**L'onde spinorielle comme champ unitaire**

**Claude DAVIAU, Jacques BERTRAND, Dominique GIRARDOT** (Fondation de Broglie, X-LMS)

**Le programme d'Einstein : application.****Claude ELBAZ** (AEIS)**Mesure du bruit corrélé par l'Effet Hawking dans un canal hydrodynamique****L.-P. EUVÉ, F. MICHEL, R. PARENTANI, T.G. PHILBIN, Germain ROUSSEAU** (Univ. Poitiers, Orsay, Exeter, CNRS)**Séparer l'inséparable où comment remplacer le spineur singulet de l'expérience EPR-B dans l'espace de configuration par deux spineurs d'une particule unique dans l'espace physique.****Alexandre et Michel GONDRAN****Chaos quantique et micro-lasers****LEBENTAL, ZYSS, BOGOMOLNY, BITTNER, DECANINI** (ENS Cachan, Univ.Paris11, Yale, CNRS)**Possible unification de la Relativité Générale et de l'Électromagnétisme par les algèbres de Clifford.**  
**T.SOCROUN**

---

**15h50-17h50 Une nouvelle révolution scientifique à l'horizon ?****Table Ronde**

---

Animée par : Gilles COHEN-TANNOUDJI (AEIS)

En clôture du colloque AEIS-2016, cette table ronde, à visée prospective, permettra à la salle et aux personnalités qui ont accepté d'y participer de donner leur opinion et de débattre à propos de la pertinence de la notion de révolution scientifique pour caractériser l'état de la science en 2016.

**Claude COHEN-TANNOUDJI**, prix Nobel de physique, est avec Franck Laloë et Bernard Diu l'auteur de l'ouvrage de référence en mécanique quantique, grâce auquel, de par le monde, des générations entières d'étudiants se sont formées à la pratique de la physique quantique. Ces auteurs mettent actuellement la dernière main à l'actualisation de leur ouvrage au moyen d'un troisième tome qui intégrera les développements et approfondissements les plus récents de la mécanique quantique.

**Alain ASPECT**, justement, a réalisé, avec ses collaborateurs, plusieurs des expériences qui ont relancé les débats sur l'interprétation de la mécanique quantique et ont contribué au renouveau actuel qu'il qualifie lui-même de *seconde révolution quantique*.

**Dominique LAMBERT**, mathématicien philosophe, s'interroge, dans le prolongement de sa thèse sur la « déraisonnable » efficacité des mathématiques en physique, sur le rôle que les mathématiques contemporaines pourraient jouer dans l'établissement d'une « biologie théorique », à l'origine d'une possible nouvelle révolution scientifique.

**Michel SERRES**, de l'Académie française, considère que la rupture technologique du numérique, largement redevable de la physique quantique, est à l'origine d'une mutation anthropologique, comparable à celles induites par les inventions de l'écriture et de l'imprimerie.

**Françoise BALIBAR**, présidente du colloque, a été avec Jean-Marc Lévy-Leblond, auteure d'un ouvrage d'initiation à la mécanique quantique, et a coordonné pour le CNRS, l'édition des œuvres choisies d'Einstein. Après avoir introduit notre colloque, elle pourra le conclure

➤ **17h50-18h Clôture du colloque et remerciements**

---

Plus de 145 inscriptions ont été enregistrées. En fait il y a eu, hors conférenciers, 128 participants présents ce qui a constitué une densité importante dans un amphithéâtre conçu pour accueillir au maximum, 150 participants. L'ensemble des participants devaient étayer leur demande de participation au colloque par des informations relatives à leur culture scientifique.

Ont été distribués aux participants des formulaires en vue d'une éventuelle demande d'adhésion à l'AEIS soit comme membre titulaire, soit comme membre correspondant. Les candidatures seront ensuite examinées selon le protocole habituel.

### **III. Examen des candidatures de membres correspondants**

Les trois dossiers de candidature de membre correspondant qui étaient complets ont été examinés par le Bureau et acceptés à l'unanimité à savoir ceux de :

- Yves BABE
- Dominique PRAPOTCNITCH
- Enrico SARTORI

Le dossier d'Abdel KENOUI ne comportant pas encore de lettre de motivation, son examen de candidature a été reporté à la réception de cette dernière.

Notre Président Victor MASTRANGELO procède ensuite à la clôture de cette très riche séance.

Irène HERPE-LITWIN



# Annonces

1. Suite à la publication de l'ouvrage "**Making Sense of Quantum Mechanics**" de notre conférencier le Pr Jean BRICMONT de l'Université de Louvain, nous avons reçu le courrier suivant de son éditeur SPRINGER (*français/anglais*):

Jean BRICMONT m'a demandé d'envoyer des copies complémentaires de son nouvel ouvrage "Making Sense of Quantum Mechanics" à un petit nombre de physiciens et de philosophes qui selon lui pourraient être intéressés - même sans être d'accord! - par ses écrits.

Je suis heureuse de vous proposer cette offre , sans conditions. Ceci étant, Jean Bricmont et son éditeur vous encourageraient à exprimer votre opinion sur l'ouvrage dans des forums publics ; par exemple en écrivant sur un blog, en pratiquant un examen à la demande d'un journal ou même sur amazon.

Ce livre est également destiné à des étudiants ; ainsi il serait également intéressant de savoir si vous enseignez dans ce domaine et quels ouvrages vous utilisez couramment à cet effet.

Si cette offre vous intéresse, envoyez moi votre adresse de livraison souhaitée.

Meilleurs vœux d'Heidelberg

Angela Lahee

Jean Bricmont has asked me to send complimentary copies of his new book "[Making Sense of Quantum Mechanics](#)" to a small number of physicists and philosophers who he feels will be interested in – if not necessarily in agreement with! – what he writes.

I am happy to extend this offer, which comes with no strings attached, to you. That said, both Jean and his publisher would encourage you to express your opinion about the book in public forums; for example, by writing about it in a blog, reviewing it at the request of a journal, or even on amazon.

The book is also aimed at students, so it would also be interesting to know whether you teach any appropriate courses and which books you currently use for those.

If you would like to take up this offer, please send me your preferred delivery address.

Best wishes from Heidelberg,  
Angela Lahee

Dr. Angela Lahee  
Executive Editor  
Physics Editorial Dept  
Springer-Verlag  
Tiergartenstr. 17  
69121 Heidelberg  
Germany  
tel +49 (0) 6221 / 487-86 45  
fax +49 (0) 6221 / 487-686-45  
[angela.lahee@springer.com](mailto:angela.lahee@springer.com)  
[www.springer.com](http://www.springer.com)

## Documents

- I. Pour préparer la conférence de notre collègue de NANCY , Nguyen TRANG, nous vous proposons la lecture des articles suivants:
- p. 11: un résumé de la présentation de N. TRANG " en anglais et en français
- p. 13 : "*Relative Contribution of Haptic Technology to Assessment and Training in Implantology*" un article cosigné par notre collègue et publié dans *Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International Volume 2014, Article ID 413951*, 9 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2014/413951>
- p. 22 "*The virtual reality simulator dV-Trainer(®) is a valid assessment tool for robotic surgical skills.*" un article cosigné par notre collègue et paru dans *SurgEndosc.* 2012 Sep;26(9):2587-93.
- II. Notre collègue Pierre NABET, Président de la section de NANCY de l'AEIS nous a fait parvenir un article rédigé par le Pr Ferry BRIQUET, de l'Université de Lorraine qu'il a récemment présenté à la Section de Nancy de l'AEIS qui fait un point intéressant dans ce domaine de recherche. En effet, la désignation des affects est un élément essentiel dans la connaissance de l'homme, animal social, dans ses relations avec autrui. On peut citer en exemple les développements dans les sciences cognitives. Il se forme actuellement tout un langage, qui permet de faire connaître aux autres, très rapidement, les émotions. Ce langage s'exprime par de petites figures stylisées facilement construites et transmises par les moyens numériques: on les appelle les « Émoticônes » .
- vous trouverez donc :
- p. 29 : "*Représentation et interprétation des émotions dans l'univers numérique*" par le Pr Ferry BRIQUET de l'Université de Lorraine

DEVELOPMENT OF NEW SIMULATION BASED PEDAGOGIES IN SURGICAL TRAINING:  
EXPERIENCES IN THE SCHOOL OF SURGERY OF NANCY LORRAINE  
N. Tran

School of Surgery – Hôpital Virtuel Lorraine, Faculty of Medicine, University of Lorraine

Conventional training of a surgeon involves the acquisition of a number of skills, a long process that requires considerable attention to ultimately acquire a satisfactory base of knowledge, to facilitate apprehension and comprehension of situations, formulate diagnoses, guide decision making, and strengthen manual and technical skills thus leading to improved therapeutic abilities. Furthermore, exponential development of minimally invasive techniques, such as laparoscopic, endoscopic or robotic-assisted devices, raises the question of how to assess satisfactorily new complex surgery skills.

As higher surgical performance and standardization of training have become normative and safety objectives, awareness coming from the United States of America and recently from the European Union has stressed the urgency for institutions to invest in new teaching strategies. Recently, as it was already tested with success in aviation training, training programs based on simulation along with the new paradigm “never the first time on patient” has been proved efficient tools to reduce variability in training methodology, technical skill, and the trainee’s confidence and competence.

We have challenged in Nancy new concepts of tutorship so called “compagnonnage” programs to overcome educational difficulties related to an increasing number of students to train with ever-constant resources. We have conducted comparative studies to assess several criteria, such as reliability, face, content, construct, and concurrent validity of new virtual surgery simulator (laparoscopic, robotic, ORL, etc...).

The expected application of our approaches is to provide an adjuvant environment for learning surgery and to improve its assessment and proficiency.

**Bibliography:**

Perrenot C, Perez M, **Tran N**, Jehl JP, Felblinger J, Bresler L, Hubert J. The virtual reality simulator dV-Trainer(®) is a valid assessment tool for robotic surgical skills. *SurgEndosc*. 2012 Sep;26(9):2587-93.

Joseph D, Jehl JP, Maureira P, Perrenot C, Miller N, Bravetti P, Ambrosini P, **Tran N**. Relative contribution of haptic technology to assessment and training in implantology. *BiomedRes Int*. 2014;2014:413951. doi: 10.1155/2014/413951. Epub 2014 Feb 20.

DEVELOPPEMENT DE NOUVELLES METHODES DE FORMATION DES CHIRURGIENS BASÉES  
SUR LA SIMULATION  
EXPERIENCES REALISEES DANS L'ECOLE DE CHIRURGIE DE NANCY-LORRAINE  
N. Tran

La formation conventionnelle d'un chirurgien implique l'acquisition de nombreuses compétences. Il s'agit d'un processus lent qui nécessite une attention considérable en vue d'acquérir une base satisfaisante de connaissances afin (i) de faciliter la prise en compte et la compréhension des problématiques, (ii) de formuler des diagnostics et accompagner la prise de décision, et (iii) de renforcer les capacités manuelles et techniques. Ceci entrainera une amélioration des performances thérapeutiques. Qui plus est, le développement exponentiel de techniques mini-invasives telles les chirurgies cœlioscopiques, endoscopiques ou plus récemment robotiques soulève la question de savoir comment évaluer de façon satisfaisante ces nouvelles compétences chirurgicales.

La performance chirurgicale et le besoin de standardisation de la formation devenant alors des objectifs normatifs et sécuritaires, une prise de conscience venue des Etats Unis et récemment de l'Union Européenne a souligné l'urgence pour les institutions d'investir dans de nouvelles stratégies pédagogiques. Récemment, à l'instar de ce qui a déjà été testé avec succès dans la formation des aviateurs, des programmes de formation fondés sur la simulation en suivant le nouveau paradigme "jamais la première fois sur le patient" se sont avérés être des outils efficaces pour réduire la variabilité dans la méthodologie de formation, la compétence technique et dans la confiance et la capacité des apprenants.

A Nancy, nous avons imaginé de nouveaux concepts de tutorat, fondés sur la notion de "compagnonnage numérique", afin de pallier aux difficultés d'enseignement liées au nombre croissant d'étudiants à former dans une situation de ressources limitées. Nous avons mené des études comparatives pour évaluer plusieurs critères tels que la fiabilité, le réalisme, le contenu, la construction et la validité concurrente de nouveaux simulateurs virtuels de chirurgie (laparoscopie, robotique, ORL, etc....).

Les résultats attendus de nos approches permettront d'offrir un environnement pédagogique complémentaire aux formations conventionnelles facilitant ainsi la validation et l'efficacité de l'apprentissage de la chirurgie.

**Bibliographie:**

Perrenot C, Perez M, **Tran N**, Jehl JP, Felblinger J, Bresler L, Hubert J. The virtual reality simulator dV-Trainer(®) is a valid assessment tool for robotic surgical skills. *SurgEndosc*. 2012 Sep;26(9):2587-93.

Joseph D, Jehl JP, Maureira P, Perrenot C, Miller N, Bravetti P, Ambrosini P, **Tran N**. Relative contribution of haptic technology to assessment and training in implantology. *BiomedRes Int*. 2014;2014:413951. doi: 10.1155/2014/413951. Epub 2014 Feb 20.

## Research Article

# Relative Contribution of Haptic Technology to Assessment and Training in Implantology

David Joseph,<sup>1,2,3</sup> Jean-Philippe Jehl,<sup>4</sup> Pablo Maureira,<sup>1</sup> Cyril Perrenot,<sup>1</sup> Neal Miller,<sup>2</sup> Pierre Bravetti,<sup>5</sup> Pascal Ambrosini,<sup>2</sup> and Nguyen Tran<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> School of Surgery Nancy-Lorraine, University of Lorraine, 54505 Vandoeuvre-les-Nancy, France

<sup>2</sup> Department of Periodontology, Faculty of Dentistry, University of Lorraine, 54000 Nancy, France

<sup>3</sup> UMR-S1116, University of Lorraine, 54000 Nancy, France

<sup>4</sup> Institut Jean Lamour, UMR 7198, CNRS, Université de Lorraine, 54011 Nancy, France

<sup>5</sup> Collegium Santé, University of Lorraine, 54000 Nancy, France

Correspondence should be addressed to David Joseph; david.joseph@univ-lorraine.fr

Received 14 December 2013; Accepted 10 January 2014; Published 20 February 2014

Academic Editor: Patrick H. Warnke

Copyright © 2014 David Joseph et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Background.** The teaching of implant surgery, as in other medical disciplines, is currently undergoing a particular evolution. *Aim of the Study.* To assess the usefulness of haptic device, a simulator for learning and training to accomplish basic acts in implant surgery. *Materials and Methods.* A total of 60 people including 40 third-year dental students without knowledge in implantology (divided into 2 groups: 20 beginners and 20 experiencing a simulator training course) and 20 experienced practitioners (experience in implantology >15 implants) participated in this study. A basic exercise drill was proposed to the three groups to assess their gestural abilities. *Results.* The results of the group training with the simulator tended to be significantly close to those of the experienced operators. *Conclusion.* Haptic simulator brings a real benefit in training for implant surgery. Long-term benefit and more complex exercises should be evaluated.

## 1. Introduction

Conventional training of a surgeon involves the acquisition of a number of skills, a long process that requires considerable attention to ultimately acquire a satisfactory base of knowledge, to facilitate apprehension and comprehension of situations, formulate diagnoses, guide decision making, and strengthen manual and technical skills thus leading to improved therapeutic abilities [1–3]. As higher surgical performance and standardization of training have become normative and safety objectives, awareness coming from the United States of America [4] and recently from the European Union [5] has stressed the urgency for institutions to invest in new teaching strategies such as simulation [6] and accredited residency-training programs in order to reduce variability in training methodology, technical skill, and the trainee's confidence and competence at the time of graduation [7].

In dental implantology, techniques and technologies are constantly evolving, and manufacturers are marketing new

products that progressively help to push back a little more the limits of implant restoration. Whilst the act of drilling may seem at first relatively simple, implantology involves a much more complex global prosthetic treatment plan which requires full integration of key areas such as 3D structural acquisition, system operations, prosthetic requirements, visual representation, and *in fine* expectation of functional and aesthetic restoration. However, there is still no clear consensus in the certification of implant practitioners as recalled by the first European Consensus Conference in 2008 in Prague [8] stigmatizing, amongst other recommendations, very diverse training programs throughout Europe both at undergraduate and postgraduate levels that might hamper proficiency required in formative development.

Based on the performance of a basic act in implant surgery, the drilling procedure, the objective of our prospective study was to determine the contribution of a haptic simulator for simulating implant surgery, as a valuable teaching tool for training of third-year students in dentistry.

The expected application of this research is to provide an adjuvant environment for learning implantology and to improve its assessment and proficiency.

## 2. Materials and Methods

**2.1. General Study Design.** The research was conducted at the School of Surgery of Nancy-Lorraine, Lorraine University, France. A total of 60 practitioners, dentists ( $n = 20$ ) or third-year dental students ( $n = 40$ ), all recruited from the Faculty of Dentistry, University of Lorraine, were included in this study. This prospective randomized observational study was approved by the BIOSE, the doctoral review board of the Lorraine University.

After informed consent, 40 third-year dental students were enrolled. Exclusion criteria were any previous experience with drilling training and with implant surgery. Students were then randomized into two groups: the “Novice” group ( $n = 20$ , 10 women and 10 men, mean age = 22 years) and the “Simulation” group ( $n = 20$ , 10 women and 10 men, mean age = 22 years). Both groups were instructed conventionally about the drilling from a PowerPoint presentation except that students in the “Simulation” group received prior individual training on the Virteasy simulator. Results were compared to an “Experienced” group which included 20 dentists (11 women and 9 men, mean age = 39.3 years) with a minimum experience of 15 placed implants (range: 15 implants to more than 800). Before starting any exercises in this study, people of this group had also received the PowerPoint presentation of drilling instruction.

**2.2. The Simulator and Exercises.** To be able to compare simulator trained students with untrained students and experienced practitioners, we started with the training of the simulator group.

Virteasy is one of the first dental simulators on the market to reproduce the sensations of implant surgery. Briefly, it consists of a PC-type computer running Windows 7, a touch-screen control for interacting with simulator software, a 3D screen reflecting in a mirror, stereoscopic glasses for viewing the 3D scene, a plastic contra-angled handpiece connected to force feedback arm device (Phantom) to transcribe the tactile sensations of drill in the bone, and a foot pedal to start the virtual handpiece in the simulator (Figure 1(a)).

Before starting the exercise, participants performed simple exercises to familiarize themselves with the operation of the simulator, the use of virtual handpiece (Figure 1(b)), adjust their positions, and feel the feedback force provided by the machine. For example, a simple drill exercise on virtual blocks was proposed. These blocks mimicked the four bone densities described in the literature [9]; block 1 corresponds to a highly cortical bone and block 4 is a predominantly cancellous bone (Figure 1(c)). Using a virtual Astra 3.2 mm diameter drill to bore 11 mm deep, the exercise was repeated as many times as desired by the participant.

Then, each participant was given the same explanation of the implant selection and positioning, using specific scanner software. During this exercise, the students were familiarized with implant planning software and notions concerning

diameter, implant shape, and positioning. Moreover, each participant was shown the mark on the drill not to exceed (11 mm).

After determining the location and the type of implant, each participant was asked to perform the procedure corresponding to the virtual “expert” planning furnished by the simulator. This reference is determined by the machine as the ideal planning. The intervention was carried out 8 times, 4 times in the presence of an instructor and 4 times in total autonomy. The simulator can provide assistance for the positioning of the point of impact and the three-dimensional positioning of the implant (Figure 1(d)). During the 8 trials, the student kept using the computer assistance to determine the point of impact which is the ideal position of the center of the future implant. Assistance to identify the three-dimensional position was provided only during the first 4 trials (Figure 1(e)).

The virtual material used for each test was a bur to mark the point of impact, a cylindrical 2 mm drill-driver, a cylindrical 2.85 mm drill, a 3.5 mm drill, and a conical 3.5/4.7 mm drill.

For each test, different parameters were recorded in an Excel spreadsheet:

- (i) the position difference (in mm) relative to the reference position (position of the point of impact in relation to the position indicated by the simulator),
- (ii) the average-difference angle (°) with respect to the reference position (difference from the vestibular-lingual and mesial-distal angulation),
- (iii) the drilling depth (in mm, depth from the top of the ridge),
- (iv) the total time (in seconds) of the exercise,
- (v) the actual drilling time (time in seconds during which the drill bit is rotated during the exercise),
- (vi) the eventual perforations identified visually (Figure 1(f)).

**2.3. Procedure Presentation.** Before drilling the resin model to evaluate their skills in implantology, all participants received basic instructions by means of a PowerPoint presentation explaining the different stages of implementation, the goals to achieve, and more particularly the pitfalls to avoid.

**2.4. Creation of Synthetic Resin Model and Evaluation.** To compare the three groups, we created a model stemmed from the scanner slices of the simulator exercise. The edentulous ridge was modeled using sheets of soft wax, 1 mm thick, reproducing the scanner slices from the simulator’s software, at original scale. The different sheets were then assembled to form a block which was in turn inserted into a plaster model. An impression was made and a first plaster duplicate was made to verify the volume of the ridge and be sure it corresponded to the CT scan slices. Sixty resin (RenCast 52/53 Isocyanatethe FC/FC 52 Polyol) replicates were made from the master model. In order for the model to be radioopaque, 30% of barium sulphate was added. Several trials using liquid



FIGURE 1: Haptic simulator and virtual exercises. (a) Overview of the simulator. (b) Positioning of the haptic contra-angled handpiece. (c) Image of the virtual drilling procedure. (d) Virtual implant site preparation. (e) Blue angulation guide. (f) Grading of virtual drilling (green is reference and black is actual drilling).

iodine were unsuccessful due to a problem of polymerization of the resin [10].

A transparent acrylic position key was used to calculate the angular deviation (mesiodistal and/or buccolingual) between the reference axis and the actual drilling of each model. To be sure that all measurements were performed in the same conditions, it was important that all models be scanned in the same way. For this purpose two silicone positioning bases were confectioned to stabilize the models in two well-defined positions, one to verify the mesiodistal angle and the other the buccolingual angle. The models were then passed through an X-ray image intensifier (ARCADIS Avantic, Siemens) and X-rayed in the two positions determined by

the silicone bases to record the angle deviations (see Figure 2 for an example).

The measurements of the position difference were performed using a periodontal probe. An electronic caliper was used to determine the drilling depth by measuring the portion of the last drill emerging from the model.

All participants received a model with a random number of anonymity so that the evaluation would be blind. Using a graduated periodontal probe, participants were to mark the center of the ridge in the buccolingual and mesiodistal directions according to information provided in the presentation. Once the impact point is determined, the drilling of the implant was performed using a standard set of drills:

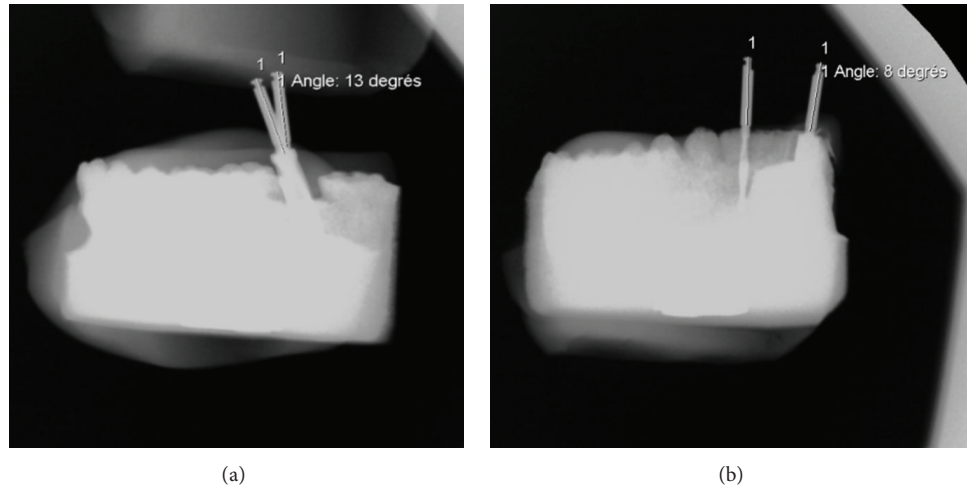


FIGURE 2: Evaluation of angle parameters with resin model. (a) Example of mesiodistal angle deviation. (b) Example of buccolingual angle deviation.

a bur-haired and different cylindrical drill (2 mm, 3.2 mm, 3.7 mm, 4.2 mm, 4.7 mm, and 4.85 mm). Thus, the participants were confronted with various difficulties such as working positions and limitation of the buccal aperture of the manikin. The evaluation was focused on

- (i) the correct centering of the targeted site,
- (ii) the presence or absence of perforation,
- (iii) the drilling depth,
- (iv) the deviation of the vestibulolingual direction relative to a reference axis on the control model,
- (v) the deviation of the mesiodistal direction relative to a reference axis on the control model,
- (vi) the global drilling time.

**2.5. Statistical Analysis.** The results were expressed as mean  $\pm$  standard deviation from the mean ( $m \pm SEM$ ). The one factor ANOVA or  $t$ -test two-tailed  $t$  was used to compare performance between groups. The frequency analyses were made using the Fischer test. Probability  $P < 0.05$  was considered significant. Analyses were made possible through the GraphPad Prism (GraphPad Software San Diego, CA, USA).

### 3. Results

**3.1. The Impact of Simulation Training on the Quality of Drilling.** Scores obtained on the simulator by the group of 20 participants from the third-year of dental surgery are displayed in Figure 3.

The progression of the centering precision is illustrated in Figure 3(a). A clear trial-dependent improvement was documented. The mean initial position was off the mark by  $0.86 \pm 0.12$  mm, but after 8 exercises the deviation was reduced to  $0.54 \pm 0.06$  mm ( $t = 2.247$ ,  $P = 0.0310$  versus the 1st trial). However, two phases of evolution could be identified. During the first 4 trials under guidance (position

and angle), a progressive and significant improvement was documented; the mean position deviation for the fourth test was  $0.55 \pm 0.06$  mm from the ideal center ( $t = 2.038$ ,  $P = 0.04$  versus the first trial). However this progression stagnated once the drilling angulation guidance was disabled.

Similar profile was documented with the difference in vestibulolingual and mesiolingual angulation (Figure 3(b)). Indeed, the difference in angulation was of  $9.44 \pm 1.16^\circ$  initially and was gradually reduced to a value of  $5.9 \pm 0.67^\circ$  after the fourth attempt ( $t = 2.66$ ,  $P = 0.0121$ ). When angulation virtual pointer was no longer available, accuracy stopped progressing. However, performance after the 8th trial was still significantly more accurate than after the initial trial, the angle deviation being  $6.17 \pm 0.94^\circ$  ( $t = 2.297$ ,  $P = 0.0288$ ).

The drilling depth was also recorded and its change over time is shown in Figure 3(c). Unlike the two previous parameters, steady progress has been well highlighted here going from an initial drilling depth average of  $11.64 \pm 0.12$  mm to an average of  $11.27 \pm 0.11$  mm at the end of the training ( $t = 2,195$ ,  $P = 0.0310$ ).

For each trial, the presence or absence of perforations was determined (Figure 3(d)). Of the total 160 virtual trials, there were 33 cortical perforations made by different 13 participants, 11 while virtual guidance was activated and 22 when it was not. When in use, the virtual guidance greatly contributes to avoiding these occurrences.

Finally, the simulator measures speed in two different ways, the overall time and the actual drilling time (Figures 3(e) and 3(f)). Repeated practice with the simulator significantly improved these parameters. For instance, the initial drilling time was of  $106 \pm 46$  sec and the initial overall total of  $470 \pm 131$  sec. At the end of the training with simulator, all these parameters were significantly improved decreasing to  $62 \pm 26$  sec for the drilling time and  $272 \pm 82$  sec for the entire exercise (all  $P < 0.05$  versus baseline).

**3.2. Comparative Study of Drilling Parameters on the Outcome of Resin Model Scanners (Validity of Construction).** Figure 4



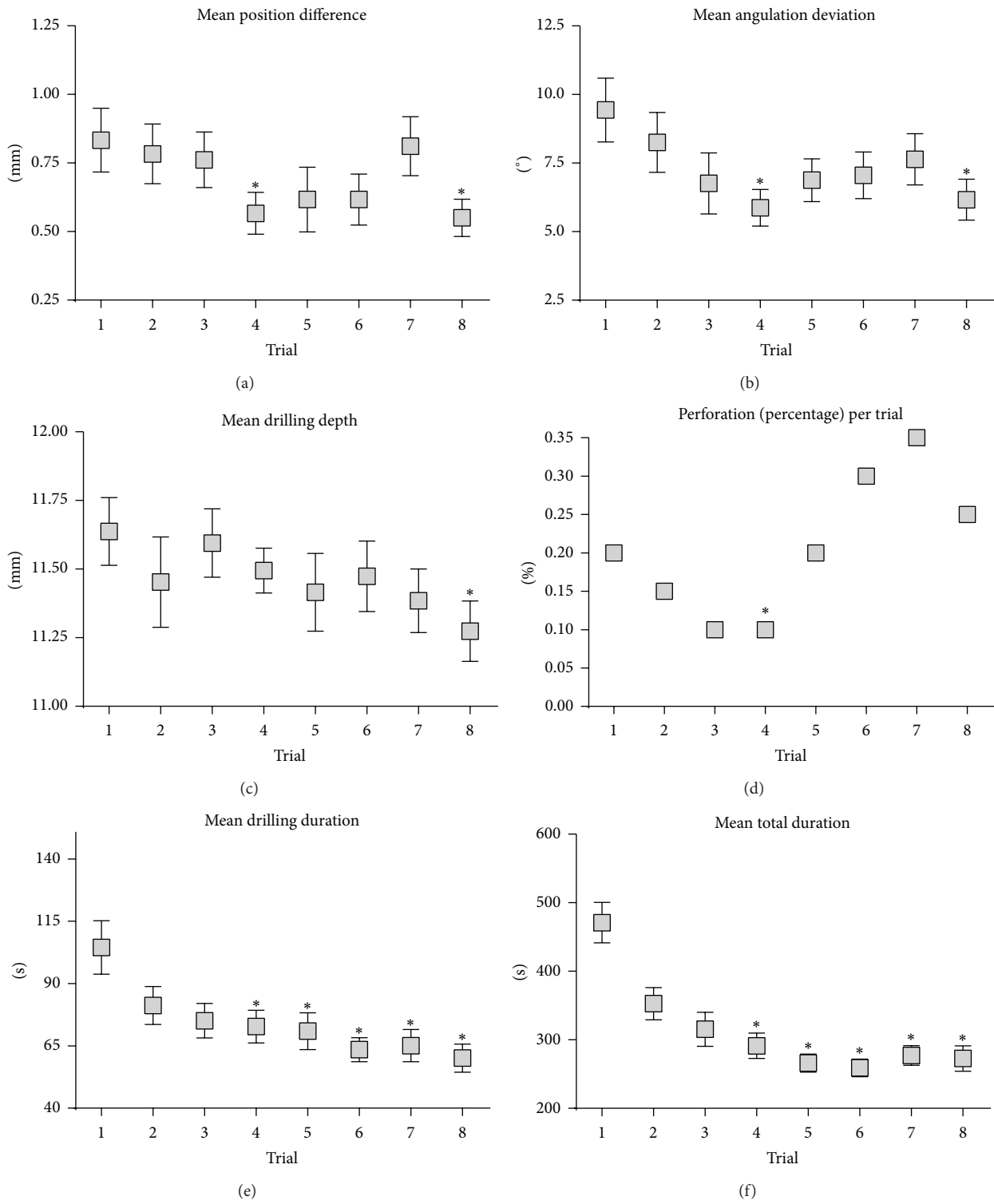


FIGURE 3: Evolution of drilling outcomes with simulator training. (a) Mean position difference. (b) Mean angulation deviation (mean of deviations for both buccolingual and mesiodistal angulations). (c) Mean drilling depth. (d) Perforation (percentage) per trial. (e) Mean drilling duration. (f) Mean total duration. Results are expressed as  $m \pm SEM$ ,  $n = 20$ . \*  $P < 0.05$  versus 1st trial.

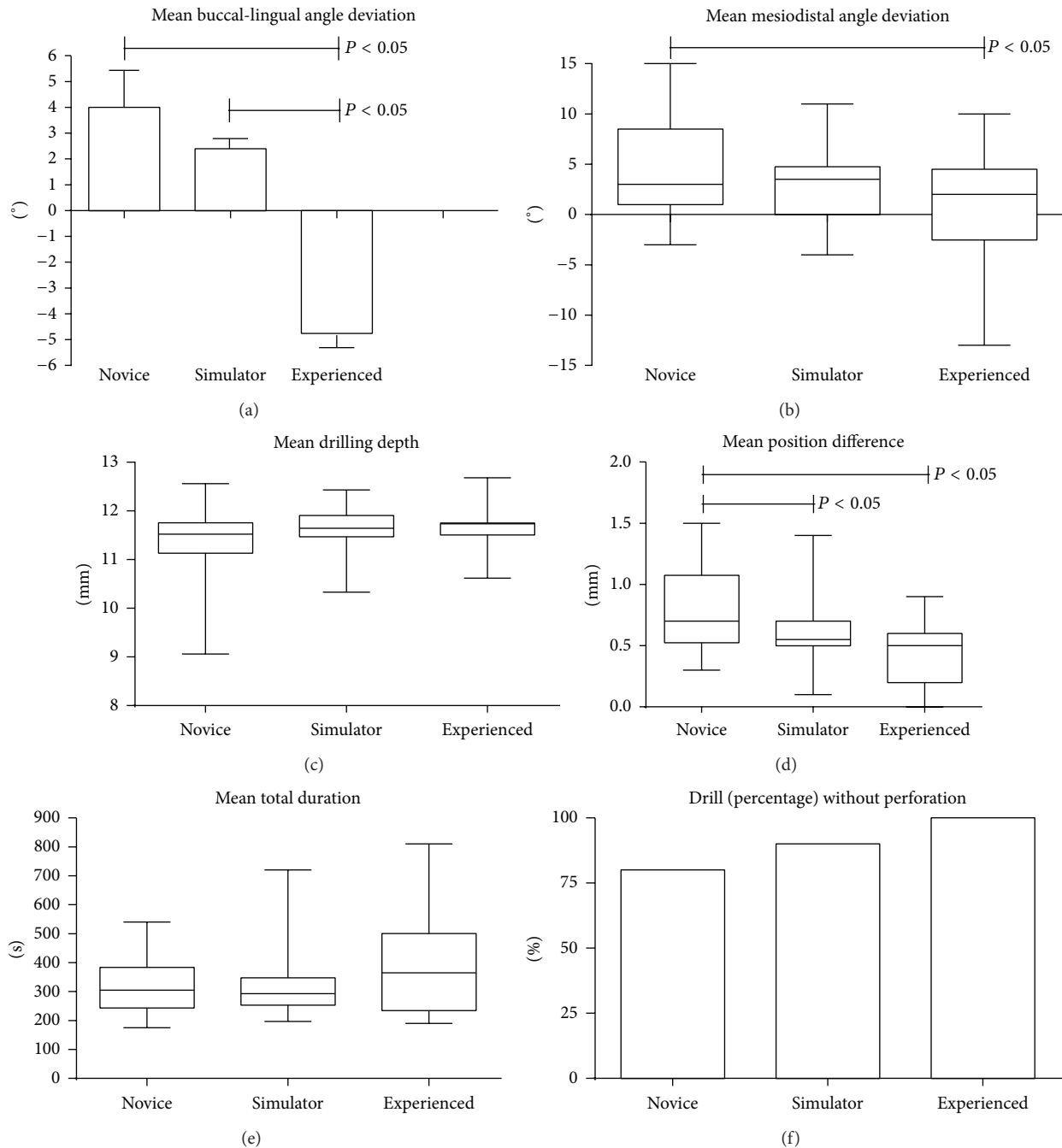


FIGURE 4: Comparative drilling outcomes of “Experienced,” “Simulation,” and “Novice” group on resin model. (a) Mean buccolingual angle deviation. (b) Mean mesiodistal angle deviation. (c) Mean drilling depth. (d) Mean position difference. (e) Mean total duration. (f) Site preparation (percentage) without perforation. Results are expressed as  $m \pm SEM$ ,  $n = 20$  per group. \*  $P < 0.05$  versus Experienced.

shows the different parameters to highlight the quality of drilling observed in the three groups.

Regarding the difference in buccolingual angulation, there was a marked difference in operational approaches (Figure 4(a)). For the “Novice” group, the error outlined a drilling axis which tended to go from the buccal side to the lingual side with an average deviation angle of  $+4.0 \pm 1.4^\circ$  compared

to the reference axis. With “Experienced” practitioners, the approach was reversed, the head of the implant facing the lingual side and the apical end oriented towards the buccal cortical; the average buccolingual deviation was  $-4.8 \pm 1.1^\circ$  ( $t = 5.004$ ,  $P < 0.0001$  versus “Novice”). After completing eight simulation sessions, 3rd year students in the “Simulator” group still drilled with a slightly buccolingually directed axis,

the mean deviation being measured as an angle of  $+2.4 \pm 0.7^\circ$ . Although the significance level was not reached between the “Novice” and “Simulation” groups, the drilling direction was more accurate in the simulator group; however it was still far from the mean axis chosen by the “Experienced” group ( $t = 5.516$ ,  $P < 0.0001$ , “Simulation” group versus “Experienced” group).

Less caricatural pattern was seen when measuring the difference in the mesiodistal angulation (Figure 4(b)). The experienced practitioners tended to follow instructions more precisely; the mean deviation from the reference was a mere  $0.94 \pm 1.33^\circ$ . The novices were prone to drilling with a mesiodistal incline compared to the reference axis. The mesiodistal deviation was  $4.71 \pm 1.22^\circ$  and the difference with the experienced practitioners was statistically significant ( $t = 2.085$ ,  $P = 0.045$ ). Students trained on the simulator had a better score ( $2.70 \pm 0.89^\circ$ ) compared to “Novice” although this difference was not significant due to high variability of the values recorded in the “Novice” group ( $t = 1.350$ ,  $P = 0.1856$ ).

Another important factor is the drilling depth. It is often necessary to drill slightly deeper while avoiding the environing anatomical elements, especially in a situation where the dental nerve canal is near. Figure 4(c) shows that all participants tended to make preparation by drilling slightly over the requested 11 mm. Values were  $11.65 \pm 0.08$  mm in the “Experienced” group,  $11.64 \pm 0.11$  in the “Simulation” group, and  $11.43 \pm 0.17$  in the “Novice” one. Again, there was significant variability in the results from the “Novice” groups.

The positioning of the point of impact (centerline) on the ridge was another important factor of implant outcomes. When using the centering error parameter (Figure 4(d)), computed as the sum of the mean differences of position (mesiodistal and buccolingual directions) between each test and the virtual reference drilling, our analyses found that the results from “Experienced” were close to the expected ideal centering. Their error was only  $0.43 \pm 0.05$  mm from the center. The centering error of “Novice” was more pronounced with a distance of  $0.85 \pm 0.09$  mm from the ideal center ( $P < 0.001$  versus “Experienced”). On the other hand, the “Simulator” group performed fairly well with a score of  $0.57 \pm 0.06$  mm, a significant improvement compared to the “Novice” group ( $t = 2.502$ ,  $P = 0.0168$ ) but without reaching the level of the “Experienced” group.

While the average drilling time was about the same for all three groups (approximately 350 seconds, Figure 4(e)), the quality of the preparation of the implant site, estimated by the presence or absence of cortical perforation, was significantly different in the “Novice” group and the “Simulation” group when compared to the “Experienced” practitioners (Fisher test,  $P = 0.02$ ). The frequency of perforation was 20% for “Novice” and 10% for the simulation trained students (Figure 4(f)).

#### 4. Discussion

Implant surgery training, like all surgical training, is based on acquisition of fundamental knowledge while learning to

perform procedures both efficiently and safely. To achieve a successful esthetic result, the very sensitive procedure of implant placement allows little room for error and demands a thorough, careful treatment planning combined with excellent clinical skills technique. Recently, it has been stressed to promote new learning environment evolving towards systems that can address the training needs of a growing number of practitioners with fewer instructors and yet allow numerous repetitions of specific procedures while objectively assessing the progress in acquiring skills, and all of this safely. In this particular context, we have studied benefits provided by a new haptic simulator.

Suebnu-karn et al. [11] concluded that the use of haptic technology increased student performance in achieving basic dentistry procedures. This was already mentioned in a previous study by Buchanan [12], which showed that students’ learning curve was significantly enhanced when they trained with the new technology. Sternberg et al. [13] demonstrated the usefulness of a haptic stimulator named Voxel-man towards learning apicectomy. From what we observed during implant site preparation, this technology helps students progress better and faster. The Prague Consensus Conference in 2008 was the first basis in an attempt to harmonize dental implant training in Europe [8]. This education must cover all fields from diagnosis to prosthetic treatment, including communication with the patient and legal aspects relative to implantology. If educators strive to make their teaching accessible, it is nonetheless necessary to develop methods to quickly and easily assess the progress that is made. The manual skills and gestures are surely more difficult to evaluate objectively than fundamental knowledge. Practical training on models or anatomical body parts involves heavy investment in equipment and material that must be renewed at each use. This was the approach we used when comparing drilling skills between novice students, stimulator trained students, and experienced practitioners. Digital simulators that avoid some of these expenses have been gaining attention since the early 2000s [14, 15]. Simulators with force feedback haptic arms have been successfully tested in restorative dentistry, oral surgery, and many medical fields [1–3, 11, 16–22] and in periodontology.

This guided us in selecting the type of simulator that we used to train the students in the “Simulation” group. A rapid progression was observable for the different parameters. The group having trained on the simulator perforated the external cortical bone twice less frequently than the “Novice” group that had only received lectures on surgery. Simulators should enhance the learning curve [12, 23] and provide tactile sensations that cannot be acquired during lectures. During this evaluation, the differences between experienced practitioners and novices were very obvious especially for parameters of assessment angulation (buccolingual and mesiodistal), centering the implant and perforation. Regarding the angular indication, the mesiodistal approach (front to back), definitely easier to appreciate, showed a steady progress towards a perfect angle. Large heterogeneity in the obtained performance was the general characteristics of the “Novice” group. The simulation allowed reducing the gap between students and suggesting that the proposed training exercises

produced a favorable impact in the implementation of this act. The appreciation of the buccolingual angulation was less obvious at first glance. While we expected to see a difference in buccolingual angle close to 0° in “Experienced,” they chose mainly to position the implant with an angle from inside to outside and from above down with the tip of the implant led to the vestibular side. The other two groups have carried out the reverse. In fact, it appears that the clinical experience of “Experienced” has made them prefer a position angle allowing them to avoid puncturing the much finer lingual cortex. The appreciation of the depth was another important point. In our study, if the average depth of drilling did not differ significantly, the expertise and training with simulator reduced interindividual variability. Reproducibility is crucial for procedure certification and patient safety. In this respect, the work of Ioannou et al. [24, 25] based on parameters characterizing the drilling carried out by students and experienced practitioners is revealing. For these authors, a good command of the applied force allows for optimum drilling and faster performance by experienced practitioners rather than novices. In the present study, although we were not able to study the applied force, the small difference between the experienced practitioners for the drilling depth parameter was consistent with the results of Ioannou et al. [24, 25].

Procedural safety is an important issue [26]. Although virtual procedures cannot totally replace reality, haptic simulation and repeat training enables residents to be more confident during their first operation. Time is another important factor. Simulators should reduce the duration of procedures performed by undergraduate students or residents which is beneficial to both patient and practitioner [27]. In the present study the time spent on the drilling procedure diminished significantly with the simulator training. Other researchers [24, 25] have demonstrated that experienced practitioners need less time to prepare an implant site. In order to determine consistent results and to define training goals for different educational levels (undergraduate, graduate, and continuing education) it will be necessary to accomplish studies over a longer period of time including more exercises. This will enable educators to establish guide lines for using haptic technology towards preparing students for surgery [12, 23, 28].

Another important aspect is the use of surgical guides. During training the presence or absence of these guides considerably conditions the results. We observed, for instance, good progression in adopting the right drilling angle as long as the angulation guide was in place and a stagnation or slight regression once it was removed. However, during surgery, the operator will not have this sort of indication, so it is necessary to determine how long trainees are going to depend on the guides before progressively doing away with them. As is already observed in the practice of aviation and recently in medical education, the briefing-debriefing procedure plays a crucial role when using simulation for learning purposes [29]. Debriefing serves as a feedback in order to determine the need to correct some of the information gleaned through the learning action. At the same time, it enhances the reflection phase of the learning cycle [29].

## 5. Conclusion

This is an experimental approach to using a simulator for implant surgery training. The large number of practitioners to train, the increasing demand for safe clinical procedures, and the need for self-evaluation and self-training [28] are among the numerous reasons haptic simulation is drawing greater attention as a new and modern way to learn. Our present study has evidenced that 3rd year students trained with a simulator perform much better than students without prior training and that their performances soon approach those of more experienced practitioners. Haptic technology has a place in under graduate and graduate education as well as continuing education [30].

This new technology could, at least partially, overcome educational difficulties related to an increasing number of students to train with ever constant resources [31, 32]. To do so, software must be developed to simulate multiple and increasingly difficult situations thus to fulfill different pedagogic objectives for diverse universities and training centers.

## Conflict of Interests

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

## Acknowledgment

The authors thank the French Society of Periodontology and Oral Implantology of Lorraine, France (SFPIO).

## References

- [1] A. G. Gallagher, A. B. Lederman, K. McGlade, R. M. Satava, and C. D. Smith, “Discriminative validity of the minimally-invasive surgical trainer in virtual reality (MIST-VR) using criteria levels based on expert performance,” *Surgical Endoscopy*, vol. 18, no. 4, pp. 660–665, 2004.
- [2] A. G. Gallagher, K. Richie, N. McClure, and J. McGuigan, “Objective psychomotor skills assessment of experienced, junior, and novice laparoscopists with virtual reality,” *World Journal of Surgery*, vol. 25, no. 11, pp. 1478–1483, 2001.
- [3] K. Gallagher, J. Stephenson, R. W. Brown, C. Holmes, and P. Ballester, “Exploiting 3D spatial sampling in inverse modeling of thermochronological data,” *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, vol. 58, no. 1, pp. 375–387, 2005.
- [4] Y. Okuda, E. O. Bryson, S. DeMaria Jr. et al., “The utility of simulation in medical education: what is the evidence?” *Mount Sinai Journal of Medicine*, vol. 76, no. 4, pp. 330–343, 2009.
- [5] F. F. Bilotta, S. M. Werner, S. D. Bergese, and G. Rosa, “Impact and implementation of simulation-based training for safety,” *Scientific World Journal*, vol. 2013, Article ID 652956, 6 pages, 2013.
- [6] C. Perrenot, M. Perez, N. Tran et al., “The virtual reality simulator dV-trainer is a valid assessment tool for robotic surgical skills,” *Surgical Endoscopy*, vol. 26, no. 9, pp. 2587–2593, 2012.
- [7] H. Karle and The Executive Council, World Federation for Medical Education, “International recognition of basic medical education programmes,” *Medical Education*, vol. 42, no. 1, pp. 12–17, 2008.

- [8] N. Mattheos, T. Albrektsson, D. Buser et al., "Teaching and assessment of implant dentistry in undergraduate and postgraduate education: a European consensus," *European Journal of Dental Education*, vol. 13, supplement 1, pp. 10–17, 2009.
- [9] U. Lekholm and G. Zarb, "Patient selection and preparation," in *Tissue-Integrated Prosthesis: Osseointegration in Clinical Dentistry*, P. I. Brånemark, G. A. Zarb, and T. Albrektsson, Eds., pp. 199–209, 1985.
- [10] B. Vázquez, M. P. Ginebra, F. J. Gil, J. A. Planell, A. López Bravo, and J. San Román, "Radiopaque acrylic cements prepared with a new acrylic derivative of iodo-quinoline," *Biomaterials*, vol. 20, no. 21, pp. 2047–2053, 1999.
- [11] S. Suebnukarn, P. Haddawy, P. Rhienmora, P. Jittimane, and P. Viratket, "Augmented kinematic feedback from haptic virtual reality for dental skill acquisition," *Journal of Dental Education*, vol. 74, no. 12, pp. 1357–1366, 2010.
- [12] J. A. Buchanan, "Experience with virtual reality-based technology in teaching restorative dental procedures," *Journal of Dental Education*, vol. 68, no. 12, pp. 1258–1265, 2004.
- [13] N. von Sternberg, M. S. Bartsch, A. Petersik et al., "Learning by doing virtually," *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, vol. 36, no. 5, pp. 386–390, 2007.
- [14] C. Luciano, P. Banerjee, and T. DeFenti, "Haptics-based virtual reality periodontal training simulator," *Virtual Reality*, vol. 13, no. 2, pp. 69–85, 2009.
- [15] I. Marras, N. Nikolaidis, G. Mikrogeorgis, K. Lyroutdia, and I. Pitas, "A virtual system for cavity preparation in endodontics," *Journal of Dental Education*, vol. 72, no. 4, pp. 494–502, 2008.
- [16] E. R. Wierinck, V. Puttemans, S. P. Swinnen, and D. van Steenberghe, "Expert performance on a virtual reality simulation system," *Journal of Dental Education*, vol. 71, no. 6, pp. 759–766, 2007.
- [17] E. Wierinck, V. Puttemans, S. Swinnen, and D. van Steenberghe, "Effect of augmented visual feedback from a virtual reality simulation system on manual dexterity training," *European Journal of Dental Education*, vol. 9, no. 1, pp. 10–16, 2005.
- [18] O. A. J. van der Meijden and M. P. Schijven, "The value of haptic feedback in conventional and robot-assisted minimal invasive surgery and virtual reality training: a current review," *Surgical Endoscopy*, vol. 23, no. 6, pp. 1180–1190, 2009.
- [19] F. Quinn, P. Keogh, A. McDonald, and D. Hussey, "A study comparing the effectiveness of conventional training and virtual reality simulation in the skills acquisition of junior dental students," *European Journal of Dental Education*, vol. 7, no. 4, pp. 164–169, 2003.
- [20] K. Moorthy, Y. Munz, S. K. Sarker, and A. Darzi, "Objective assessment of technical skills in surgery," *British Medical Journal*, vol. 327, no. 7422, pp. 1032–1037, 2003.
- [21] P. Pohlenz, A. Gröbe, A. Petersik et al., "Virtual dental surgery as a new educational tool in dental school," *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, vol. 38, no. 8, pp. 560–564, 2010.
- [22] S. Suebnukarn, R. Hataidechadusadee, N. Suwannasri, N. Suprasert, P. Rhienmora, and P. Haddawy, "Access cavity preparation training using haptic virtual reality and microcomputed tomography tooth models," *International Endodontic Journal*, vol. 44, no. 11, pp. 983–989, 2011.
- [23] J. A. Buchanan, "Use of simulation technology in dental education," *Journal of Dental Education*, vol. 65, no. 11, pp. 1225–1231, 2001.
- [24] I. Ioannou, L. Stern, E. Kazmierczak, A. C. Smith, and L. Z. Wise, "Towards defining dental drilling competence. Part 2: a study of cues and factors in bone drilling," *Journal of Dental Education*, vol. 74, no. 9, pp. 941–950, 2010.
- [25] I. Ioannou, E. Kazmierczak, L. Stern, A. C. Smith, L. Z. Wise, and B. Field, "Towards defining dental drilling competence. Part 1: a study of bone drilling technique," *Journal of Dental Education*, vol. 74, no. 9, pp. 931–940, 2010.
- [26] J. Abraham, D. M. Wade, K. A. O'Connell, S. Desharnais, and R. Jacoby, "The use of simulation training in teaching health care quality and safety: an annotated bibliography," *The American Journal of Medical Quality*, vol. 26, no. 3, pp. 229–238, 2011.
- [27] S. Haque and S. Srinivasan, "A meta-analysis of the training effectiveness of virtual reality surgical simulators," *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 10, no. 1, pp. 51–58, 2006.
- [28] N. Mattheos, C. Ucer, T. van de Velde, and A. Nattestad, "Assessment of knowledge and competencies related to implant dentistry in undergraduate and postgraduate university education," *European Journal of Dental Education*, vol. 13, pp. 55–65, 2009.
- [29] R. M. Fanning and D. M. Gaba, "The role of debriefing in simulation-based learning," *Simulation in Healthcare*, vol. 2, no. 2, pp. 115–125, 2007.
- [30] W. C. McGaghie, S. B. Issenberg, E. R. Petrusa, and R. J. Scalese, "A critical review of simulation-based medical education research: 2003–2009," *Medical Education*, vol. 44, no. 1, pp. 50–63, 2010.
- [31] R. A. Cederberg, D. A. Bentley, R. Halpin, and J. A. Valenza, "Use of virtual patients in dental education: a survey of U.S. and Canadian dental schools," *Journal of Dental Education*, vol. 76, no. 10, pp. 1358–1364, 2012.
- [32] J. Morton, A. Cumming, and H. Cameron, "Performance-based assessment in undergraduate medical education," *Clinical Teacher*, vol. 4, no. 1, pp. 36–41, 2007.

# The virtual reality simulator dV-Trainer<sup>®</sup> is a valid assessment tool for robotic surgical skills

Cyril Perrenot · Manuela Perez · Nguyen Tran ·  
Jean-Philippe Jehl · Jacques Felblinger ·  
Laurent Bresler · Jacques Hubert

Received: 24 November 2011 / Accepted: 28 February 2012 / Published online: 5 April 2012  
© Springer Science+Business Media, LLC 2012

## Abstract

**Background** Exponential development of minimally invasive techniques, such as robotic-assisted devices, raises the question of how to assess robotic surgery skills. Early development of virtual simulators has provided efficient tools for laparoscopic skills certification based on objective scoring, high availability, and lower cost. However, similar evaluation is lacking for robotic training. The purpose of this study was to assess several criteria, such as reliability, face, content, construct, and concurrent validity of a new virtual robotic surgery simulator.

C. Perrenot · N. Tran · L. Bresler · J. Hubert  
School of Surgery, Faculty of Medicine-UHP- Nancy University,  
Avenue de la Forêt de Haye, 54511 Vandoeuvre-les-Nancy,  
France

C. Perrenot · L. Bresler  
Department of Endocrine, Digestive and General Surgery,  
Brabois Hospital, University Hospital of Nancy, Allée du  
Morvan, 54511 Vandoeuvre-les-Nancy, France

C. Perrenot · M. Perez · J. Felblinger · J. Hubert  
IADI Laboratory, INSERM-U947, Nancy-University, Allée du  
Morvan, 54500 Vandoeuvre-les-Nancy, France

M. Perez  
Department of Emergency and General Surgery, Central  
Hospital, University Hospital of Nancy, Avenue du Marechal de  
Lattre de Tassigny, 54000 Nancy, France

J.-P. Jehl  
Continuing Education Department, Nancy-University, Rue de  
Saurupt, BP 60289, 54005 Nancy cedex, France

J. Hubert (✉)  
Department of Urology, Brabois Hospital, University Hospital of  
Nancy, Allée du Morvan, 54511 Vandoeuvre-les-Nancy, France  
e-mail: j.hubert@chu-nancy.fr

**Methods** This prospective study was conducted from December 2009 to April 2010 using three simulators dV-Trainers<sup>®</sup> (MIMIC Technologies<sup>®</sup>) and one Da Vinci S<sup>®</sup> (Intuitive Surgical<sup>®</sup>). Seventy-five subjects, divided into five groups according to their initial surgical training, were evaluated based on five representative exercises of robotic specific skills: 3D perception, clutching, visual force feedback, EndoWrist<sup>®</sup> manipulation, and camera control. Analysis was extracted from (1) questionnaires (realism and interest), (2) automatically generated data from simulators, and (3) subjective scoring by two experts of depersonalized videos of similar exercises with robot.

**Results** Face and content validity were generally considered high (77 %). Five levels of ability were clearly identified by the simulator (ANOVA;  $p = 0.0024$ ). There was a strong correlation between automatic data from dV-Trainer and subjective evaluation with robot ( $r = 0.822$ ). Reliability of scoring was high ( $r = 0.851$ ). The most relevant criteria were time and economy of motion. The most relevant exercises were Pick and Place and Ring and Rail.

**Conclusions** The dV-Trainer<sup>®</sup> simulator proves to be a valid tool to assess basic skills of robotic surgery.

**Keywords** dV-Trainer · Surgical education · Da Vinci robot · Reliability and validity · Robotic surgery · Simulation

The Da Vinci<sup>®</sup> robot (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA) is a tool that has been implemented in more than 1,600 operating rooms throughout the world in many different fields (e.g., urology, general surgery, gynecology, heart and thoracic surgery, head and neck surgery). The skills required for robotic surgery are different for

laparoscopic surgery or open surgery: clutching, lack of force feedback, Endowrist<sup>®</sup> manipulation, camera control, 3D-vision. This involves highly specialized training for surgeons and residents. However, teaching such minimally invasive procedures in the operating room according to the Halsted model (with two attending surgeons) is not the most appropriate, because the operator is the only one present at the console and because the learning curve on real patients has financial and medicolegal implications [1].

From this standpoint, it is important to remember the difficulties encountered when laparoscopic surgery was first introduced [2]. This has in part led to the development of simulation tools, from basic training boxes to complex virtual reality simulators [3–5]. Since 2009, the American College of Surgeons (ACS) and the Society of Gastrointestinal Endoscopic Surgeons (SAGES) have required all residents to obtain Fundamentals of Laparoscopic Surgery certification (FLS), a license for laparoscopy. Before being recognized as standard, these exercises were extensively studied over a 7 year period [6–8] to determine whether they met the requirements of large-scale assessments [9]: ease of use, low cost, reliability, accuracy, validity of skills assessment, and correlation with future surgical performance [10].

Currently, even though recommendations from the Minimally Invasive Robotic Association (MIRA) and SAGES in 2007 encourage the rapid implementation of such a curriculum, there is no equivalent of FLS in robotic surgery. It will be necessary to develop similar tools for training in robotic surgery. Working with the actual robot on anatomical samples, animal models, or inanimate models is costly in terms of equipment and mobilizing the robot (estimated cost: \$500/h). Robotic surgery simulators could offer a more economical training alternative. Three simulators, the Ross<sup>®</sup> by the Roswell Park Cancer Institute (Buffalo, NY), the dV-Trainer<sup>®</sup> by MIMIC Technologies (Seattle, WA), and the Da Vinci skill simulator<sup>®</sup> by Intuitive Surgical, which is the Da Vinci Si<sup>®</sup> console with dV-Trainer<sup>®</sup> software, are currently available. Before implementation of those new tools in robotic curricula, objective validation is required.

The purpose of our study was to validate the dV-Trainer<sup>®</sup> as an assessment tool for specific skills in robotic surgery. The first part was dedicated to test face validity (degree of resemblance between the actual robot and the simulator), content validity (interest of the simulator for a training program), and construct validity (degree to which the results on the simulator reflect the actual skill of the subject). These validities have already been proven in other studies on a previous version of the dV-Trainer. The second part of the study tested for the first time reliability (reproducibility of scoring of the subjects when performing the same task twice) and concurrent validity (equivalence

between an assessment on the simulator and an assessment on actual Da Vinci<sup>®</sup>).

## Materials and methods

### Simulator specifications

The dV-Trainer<sup>®</sup> (MIMIC Technologies<sup>®</sup>) is a robotic surgery simulator consisting of a console that reproduces the look and feel of the Da Vinci system workspace, foot pedals, master controls, and hardware platform with surgical simulation software (M-Sim<sup>®</sup>, Beta version 1.0.0.1132). It offers a range of training exercises in a virtual 3D environment. M-Sim<sup>®</sup> software includes a scoring utility with seven criteria: time, economy of motion, drops, instrument collisions, excessive instrument force, instruments out of view, and master workspace range. A total percentage score representing a combination of these criteria is automatically generated by a computerized algorithm created by the manufacturer.

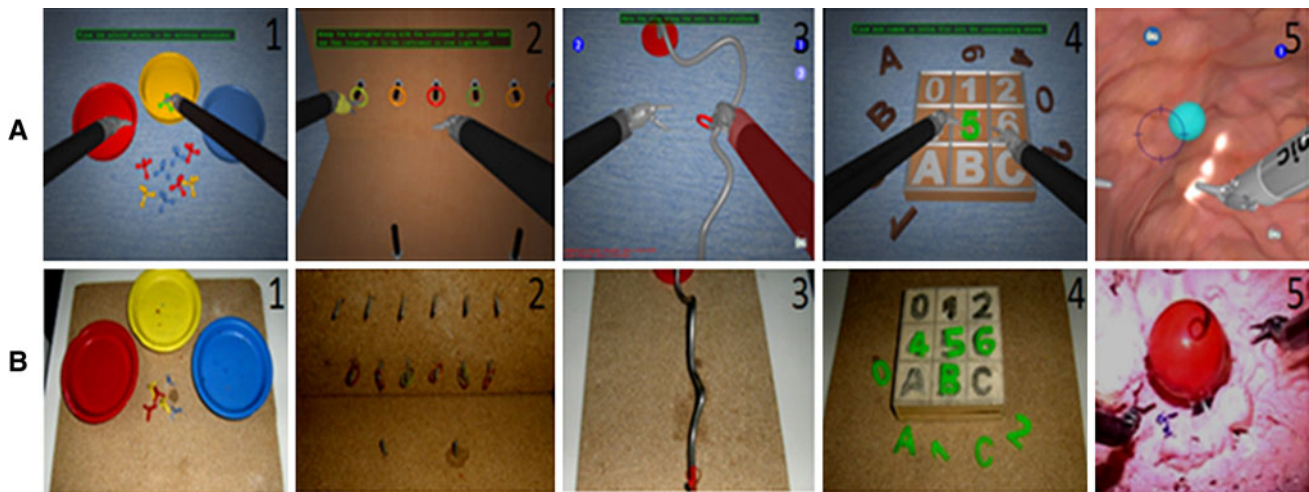
### Study design

Surgeons, residents, medical students, engineers, and nurses involved in a course in our training center from December 2009 to April 2010 and robotic experts giving these courses were invited to participate in a prospective, institutional review-board study. The participants were prospectively categorized in five groups according to their robotic surgery experience: group 1 (>100 cases), group 2 (10–40 cases), group 3 (no complete case; >4 h at the console), group 4 (no experience in robotic; surgeon or resident), group 5 (no experience in robotic; no experience in surgery).

All participants started with 10 min of practice and received standardized explanations before performing five exercises on the dV-Trainer (Fig. 1a) and after the same five exercises on real models with Da Vinci S<sup>®</sup> robot (Intuitive Surgical) in a dry lab (Fig. 1b). Participants registered in the complete course performed several series on simulator during a 4 h dV-Trainer session.

Exercises were selected according to five key pedagogical objectives defined by our robotic experts.

- (1) 3D perception: Pick and Place consists in placing red, blue, or yellow objects in corresponding coloured boxes.
- (2) Clutching: Peg Board consists in grasping rings on a vertical stand with the left hand and then passing them to the right hand before placing them on a peg.
- (3) Visual force feedback: Ring and Rail consists in moving a ring along a twisted metal rod without applying excessive force to either the ring or the rail.



**Fig. 1** Exercises with the dV-Trainer<sup>®</sup> (a) and on models with the Da Vinci<sup>®</sup> robot (b): Pick and Place, Peg Board, Ring and Rail, Match Board, Camera Targeting

- (4) Endowrist manipulation (dexterity when working with one or more instruments): Match Board consists in placing nine numbers and letters in specific squares on a board.
- (5) Camera control: Camera Targeting consists in focusing the camera on different blue spheres spread across a broad pelvic cavity.

After finishing the protocol, each subject completed a demographic questionnaire, a face validity questionnaire with two questions (Was this exercise realistic? What are the advantages and drawbacks of the robot and the simulator?), and a content validity questionnaire with two questions (Was this exercise interesting for basic skills learning? Did you prefer simulator or actual robot for basic skills learning?).

#### Statistical analysis

Scores on simulator session were exported from the M-Sim<sup>®</sup> software. Scores on actual Da Vinci<sup>®</sup> were given by two experts based on de-identified videos, one of the endoscopic view and another of the participant's arms. They used a scoring system developed in our institution based on six criteria (time, fluidity, excessive force, instrument use, camera use, ergonomics). Validity of this scoring system was tested in a previous unpublished study; interobserver reliability was high ( $r = 0.802$ ).

Based on quality criteria recommended by Van Nortwick et al. [11] who reviewed 83 studies on laparoscopic simulators, we decided to assess several validities simultaneously:

- (I-a) Face validity. Subjects without previous robotic experience were excluded from this analysis.

- (I-b) Content validity. Subjects without previous robotic experience were excluded from this analysis.
- (I-c) Construct validity. It was tested using ANOVA [12] with a threshold of  $p < 0.05$  and Student's  $t$  test with a threshold of  $p < 0.05$ .
- (II-a) Reliability. Test-retest reliability [13] was assessed at the end of the 4 h dV-Trainer session on two consecutive series of exercises using Pearson's coefficient.
- (II-b) Concurrent validity (equivalence between an assessment on the simulator and an assessment on actual Da Vinci<sup>®</sup>) was tested using Pearson's coefficient [14] to compare, for each subject, the automatically generated score on the simulator and the score of the real exercise on Da Vinci given by the experts. Statistics were produced using Microsoft Excel 2007 (Microsoft Office<sup>®</sup>).

## Results

### Demographic data

Seventy-five participants were included in the five groups. There were 58 men and 17 women with one left-handed, two ambidextrous, and 72 right-handed people. Demographic data are summarized in Table 1. Twenty-one of them were enrolled in the 4 h dV-Trainer session and included in reliability analysis. Thirty-eight completed the entire protocol. Thirty-seven completed only the dV-Trainer part due to low accessibility of the robot. Thirty-seven had previous experience in robotic surgery and fulfilled the face and content validity questionnaires.



**Table 1** Demographic data

Group	<i>n</i>	Experience in laparoscopy (year)	Experience in robotic surgery	Age (year)
1 = Experts	5	14.2 ± 5.3	264 ± 164 cases	48.2 ± 5.8
2 = Intermediates	6	6.5 ± 6.9	21 ± 12 cases	43.3 ± 6.4
3 = Beginners	8	2.6 ± 3.4	0 cases; 6.4 ± 2.0 h	31.3 ± 5.2
4 = Surgeons and residents	37	3.3 ± 4.9	0 cases; 0.22 ± 0.45 h	34 ± 8.4
5 = Nurses and medical students	19	0	0 cases; 0 h	29.7 ± 6.8

Data are means ± standard deviations

**Table 2** Qualitative validity

Face Validity	Not realistic	Low realism	Average realism	High realism	Very high realism
Pick and Place (one-hand basic manipulation)	0 (0)	4 (11)	15 (41)	18 (49)	0 (0)
Peg Board (clutching)	0 (0)	3 (8)	9 (24)	20 (54 %)	5 (14)
Ring and Rail (visual force feedback)	0 (0)	4 (11)	9 (24)	21 (57)	3 (8)
Match Board (two-hand complex manipulation)	0 (0)	2 (5)	7 (19)	20 (54)	8 (22)
Camera Targeting (camera moving)	0 (0)	2 (5)	4 (11)	17 (46)	13 (35)
Content Validity	No interest	Low interest	Average interest	High interest	Very high interest
Pick and Place (one-hand basic manipulation)	0 (0)	2 (5)	18 (49)	16 (43)	1 (3)
Peg Board (clutching)	0 (0)	1 (3)	6 (16)	24 (65)	6 (16)
Ring and Rail (visual force feedback)	0 (0)	3 (8)	7 (19)	21 (57)	6 (16)
Match Board (two-hand complex manipulation)	0 (0)	0 (0)	4 (11)	21 (57)	12 (32)
Camera targeting (camera moving)	0 (0)	1 (3)	2 (5)	20 (54)	14 (38)

Data are numbers with percentages in parentheses

### First part

- (I-a) **Face Validity:** The realism of the exercises was considered high or very high by most of the subjects 67.6 % (range, 48.6–81.1 %). Match Board and Camera Targeting were the most realistic exercises (Table 2). Responses are summarized in Table 3 for the question, “What are the advantages and drawbacks of the dV-Trainer in learning robotic surgery?”
- (I-b) **Content Validity:** The interest of the exercises was considered high or very high by most of the subjects 76.2 % (range, 45.9–91.9 %). Match Board and Camera Targeting were considered the most interesting exercises (Table 2). Most subjects cited the dV-Trainer as the best tool for basic skills learning: 48.6 % answered “simulator”; 16.2 % answered “robot”; 32.4 % answered “both”; and 2.8 % did not answer.
- (I-c) **Construct validity:** The global scores were strongly correlated with previous experience in robotic surgery. Conversely, the standard deviation within each group diminished with experience. The scores were 56 % ± 11.7, 59.4 % ± 11.4, 62.6 % ± 9.3, 66.1 % ± 8.9, 77.3 % ± 8.2, respectively, for

groups 5, 4, 3, 2, and 1 (Fig. 2). Single factor analysis of variance revealed a significant difference between the five groups (ANOVA,  $p = 0.0024$ ). Robotic surgeons (groups 1 and 2) outperformed subjects with no experience (groups 3, 4, and 5;  $t$  test,  $p = 0.00092$ ). Analyses by exercises and by criteria confirmed this result, except for force and instruments out of view (Table 4).

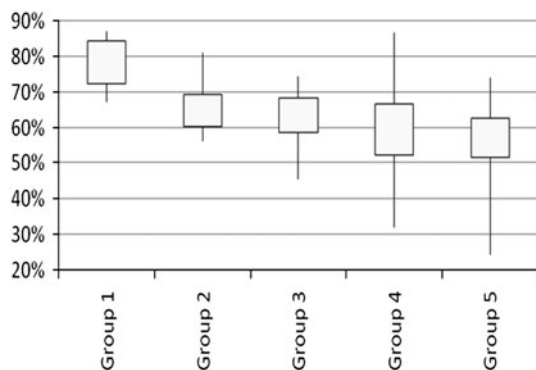
### Second part

- (II-a) **Reliability:** Analysis of the learning curve (Fig. 3) revealed a plateau after six series of exercises. Reliability was analyzed between the fifth and sixth attempts (Pearson;  $r = 0.851$ ) and between the sixth and seventh attempts (Pearson;  $r = 0.847$ ). The same calculation was performed for each of the five exercises and for each of the seven scoring criteria. Results are summarized in Table 4.
- (II-b) **Concurrent validity:** The overall scores attributed by experts on the robot were strongly correlated with scores automatically generated by the dV-Trainer (Pearson,  $r = 0.822$ ). An analysis by exercise and criterion, conducted by matching the

**Table 3** Advantages and disadvantages of the dV-Trainer®

	Advantages		Disadvantages	
MIMIC dV-Trainer®	Basic skills learning (clutching; camera)	14	Fragility and bugs	13
	Accessibility	4	Less mobility; difficult rotations	10
	Evaluation of skills	4	More movements	5
	Feeling like Da Vinci	3	Feeling different from Da Vinci	3
	Low price	3	More difficult than actual robot	2
	No risk to broken instrument or Da Vinci	3	No fine manipulation	2
	Reliability	1	Exercises sometimes too difficult	1
Da Vinci Surgical System	More fluidity and precision	16	Low accessibility	8
	Better 3D vision	9	High cost	4
	Easier to use	7	Time for installation	2
	More comfortable	5	No force feedback	2
	Better feeling	3	Need for materials/animals	2
	More pretty	1	Limited training program	2

List of all advantages and disadvantages cited by participant with number of each answers



**Fig. 2** Construct validity of the dV-Trainer on five groups (min., max., 0.25 percentile, 0.75 percentile). Scores increase from group 5 to group 1. Variances decline from group 5 to group 1

seven simulator criteria with the six criteria of our robotic scoring system, confirmed this result, but only for the “Pick and Place” and the “Ring and Rail” exercises and the criteria time and economy of motion (Table 4).

## Discussion

Robotic surgery simulators are economical training tools that could offer standardized and objective skills assessments. The principles of evaluating surgical simulators are well established. Common benchmarks on which simulators are judged include reliability, as well as face, content, construct, concurrent, and predictive validities (correlation between results on simulator and future results in operating room).

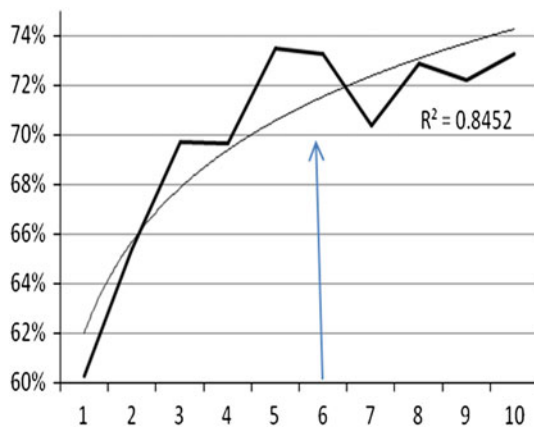
Our study is the largest to date in terms of the number of exercises tested ( $n = 5$ ), exercises performed ( $n = 1,164$ ), participants ( $n = 75$ ), and levels of skill distinguished ( $n = 5$ ). The first part has confirmed on a large scale and on the new version of the dV-Trainer®, the face, content, and construct validity, which was the case in previous studies by Kenney et al. [15], Sethi et al. [16], and Lendvay et al. [17]. The dV-Trainer is realistic, useful for training, and able to distinguish accurately five levels of robotic skills from novices to experts.

The second part demonstrated for the first time on a robotic simulator the reliability of skill assessment and concurrent validity. So, dV-Trainer® skills assessment can replace an assessment by expert in a robotic surgery dry lab. Lerner’s study [18] already proved the equivalence of progress between a group trained on simulator and a group trained on actual robot but did not evaluate assessment equivalence.

A detailed analysis of the exercises (Table 4) found that two of them, “Pick and Place” and “Ring and Rail,” were simple and highly relevant, offering good reliability as well as construct and concurrent validity. The Camera Targeting exercise was relevant, with good reliability and construct validity, but lacked concurrent validity. This could be explained by the difficulty of modelling this camera control exercise in a dry lab. The Peg Board and Match Board exercises—the more difficult ones—were less relevant due to lower reliability. This could be explained by significant variations of criteria for instrument collisions, force, and drops. Fifty percent of the overall score is determined by these parameters, which leads to significant variations in the global score. This could be corrected by pooling the results of those two exercises.

**Table 4** Objective validity

dV-Trainer	Reliability 5–6 (Pearson coefficient)	Reliability 6–7 (Pearson coefficient)	Construct validity 5 groups (ANOVA)	Construct validity 2 groups (t Test)	Concurrent validity (Pearson coefficient)	Compared to Da Vinci S
Series of five exercises	0.851	0.847	0.0024	0.00092	0.822	Series of 5 exercises
Pick and Place	0.677	0.737	0.0053	0.0032	0.661	Pick and Place
Peg Board	0.423	0.032	0.039	0.0044	−0.139	Peg Board
Ring and Rail	0.789	0.737	0.0063	0.0026	0.62	Ring and Rail
Match Board	0.057	0.700	0.239	0.027	0.461	Match Board
Camera targeting	0.705	0.831	0.087	0.034	0.399	Camera Targeting
Time	0.823	0.991	0.033	0.0096	0.645	Time
Economy of motion	0.706	0.939	0.013	0.0059	−0.71	Fluidity
Excessive instrument Force	0.865	0.901	0.685	0.290	−0.538	Excessive Force
Drops	−0.026	−0.498	0.345	0.038	−0.52	Instrument use
Collisions	0.242	0.288	0.105	0.015		
Instrument out of view	0.967	0.998	0.829	0.604	−0.456	Camera use
Master workspace	0.781	0.063	0.074	0.037	−0.412	Ergonomy

**Fig. 3** Learning curve of the dV-Trainer with the mean of five exercises (attempt 1 to 10); start of the learning plateau after six attempts (blue arrow)

A detailed analysis of criteria (Table 4) identified two highly relevant parameters: time and economy of motion. Three criteria (drops, collisions, and master workspace) showed a trend toward significance. The “instrument out of view” criterion was discriminating for groups 2, 3, 4, and 5 (in training), but group 1 (experienced experts) obtained very poor results. The poor results of the experts could be explained by their experience, which allowed them to continue the exercise safely with instruments out of view, whereas in beginners instrument out of view often means lost control of instruments. Excessive force was identified as not statistically significant, because most of the participants have 100 % score for this criterion.

These encouraging initial results should be qualified, because only five of the 30 exercises available on the dV-Trainer<sup>®</sup> were tested. Moreover, predictive validity [19] was not studied, because this would have required a longer period of time. Finally, the dV-Trainer does not allow simulations of stitches or dissection and is limited to basic exercises. For the moment, this implies the use of a robot for advanced training [20]. It is highly possible that in the future the development of surgical simulation modules will allow them to practice more extended training with completely simulated surgical cases.

The results of this study position the dV-Trainer<sup>®</sup> as a good candidate for a large-scale skills certification program similar to the FLS (Fundamentals of Laparoscopic Surgery). The Ross<sup>®</sup> [21, 22] and Da Vinci skills simulator<sup>®</sup> [23] have been validated by only few studies.

Other more exhaustive, and ideally multicentric, studies of all the available exercises would be necessary to select the most relevant and to assess predictive validity to know the impact of simulation training on human procedures. A comparative study of the three simulators also would be useful. Thanks to rigorous methodology [24], they could define the role of those new tools in skills certification and a multimodal proficiency-based curriculum.

## Conclusions

The dV-Trainer<sup>®</sup> simulator is a reliable tool in the field of robotic surgery that meets the quality requirements of skills

certification. It will undoubtedly be a useful training and assessment tool in the field of robotic surgery.

**Acknowledgments** The authors thank Ecole de Chirurgie de Nancy and its staff, CRAN (Centre de Recherche en Automatisation de Nancy) and its staff, Conseil Régional de Lorraine, Communauté Urbaine du Grand Nancy, and Association des Chefs de Service du CHU de Nancy. This work was supported by Conseil Régional de Lorraine, Communauté Urbaine du Grand Nancy, and Association des Chefs de Service du CHU de Nancy.

**Disclosures** Cyril Perrenot, Dr. Perez, Dr. Tran, Jehl Jean-Philippe, Dr. Felblinger, Dr. Bresler, and Dr. Hubert have no conflict of interest or financial ties to disclose.

## References

1. Amodeo A, Linares Quevedo A, Joseph JV, Belgrano E, Patel HRH (2009) Robotic laparoscopic surgery: cost and training. *Minerva Urol Nefrol* 61(2):121–128
2. Callery MP, Strasberg SM, Soper NJ (1996) Complications of laparoscopic general surgery. *Gastrointest Endosc Clin N Am* 6(2):423–444
3. Bruynzeel H, de Bruin AF, Bonjer HJ, Lange JF, Hop WC, Ayodeji ID, Kazemier G (2007) Desktop simulator: key to universal training? *Surg Endosc* 21(9):1637–1640
4. Van Dongen KW, Tournioij E, van der Zee DC, Schijven MP, Broeders IA (2007) Construct validity of the LapSim: can the LapSim virtual reality simulator distinguish between novices and experts? *Surg Endosc* 21(8):1413–1417
5. Kroeze SGC, Mayer EK, Chopra S, Aggarwal R, Darzi A, Patel A (2009) Assessment of laparoscopic suturing skills of urology residents: a pan-European study. *Eur Urol* 56(5):865–873
6. Fried GM (2008) FLS assessment of competency using simulated laparoscopic tasks. *J Gastrointest Surg* 12(2):210–212
7. Xeroulis G, Dubrowski A, Leslie K (2009) Simulation in laparoscopic surgery: a concurrent validity study for FLS. *Surg Endosc* 23(1):161–165
8. Sroka G, Feldman LS, Vassiliou MC, Kaneva PA, Fayez R, Fried GM (2010) Fundamentals of laparoscopic surgery simulator training to proficiency improves laparoscopic performance in the operating room—a randomized controlled trial. *Am J Surg* 199(1):115–120
9. Feldman LS, Sherman V, Fried GM (2004) Using simulators to assess laparoscopic competence: ready for widespread use? *Surgery* 135(1):28–42
10. Sweet RM, Hananel D, Lawrenz F (2010) A unified approach to validation, reliability, and education study design for surgical technical skills training. *Arch Surg* 145(2):197–201
11. Van Nortwick SS, Lendvay TS, Jensen AR, Wright AS, Horvath KD, Kim S (2010) Methodologies for establishing validity in surgical simulation studies. *Surgery* 147(5):622–630
12. Chipman JG, Schmitz CC (2009) Using objective structured assessment of technical skills to evaluate a basic skills simulation curriculum for first-year surgical residents. *J Am Coll Surg* 209(3):364–370
13. Hogle NJ, Briggs WM, Fowler DL (2007) Documenting a learning curve and test-retest reliability of two tasks on a virtual reality training simulator in laparoscopic surgery. *J Surg Educ* 64(6):424–430
14. Gallagher AG, Ritter EM, Satava RM (2003) Fundamental principles of validation, and reliability: rigorous science for the assessment of surgical education and training. *Surg Endosc* 17(10):1525–1529
15. Kenney PA, Wszolek MF, Gould JJ, Libertino JA, Moinzadeh A (2009) Face, content, and construct validity of dV-Trainer: a novel virtual reality simulator for robotic surgery. *Urology* 73(6):1288–1292
16. Sethi AS, Peine WJ, Mohammadi Y, Sundaram CP (2009) Validation of a novel virtual reality robotic simulator. *J Endourol* 23(3):503–508
17. Lendvay TS, Casale P, Sweet R, Peters C (2008) VR robotic surgery: randomized blinded study of the dV-Trainer robotic simulator. *Stud Health Technol Inform* 132:242–244
18. Lerner MA, Ayalew M, Peine WJ, Sundaram CP (2010) Does training on a virtual reality robotic simulator improve performance on the da Vinci surgical system? *J Endourol* 24(3):467–472
19. Hogle NJ, Chang L, Strong VEM, Welcome AOU, Sinaam M, Bailey R, Fowler DL (2009) Validation of laparoscopic surgical skills training outside the operating room: a long road. *Surg Endosc* 23(7):1476–1482
20. Grover S, Tan GY, Srivastava A, Leung RA, Tewari AK (2010) Residency training program paradigms for teaching robotic surgical skills to urology residents. *Curr Urol Rep* 1(2):87–92
21. Seixas-Mikelus SA, Stegemann AP, Kesavadas T, Srimathveeravalli G, Sathyaseelan G, Chandrasekhar R, Wilding GE, Peabody JO, Guru KA (2011) Content validation of a novel robotic surgical simulator. *BJU Int* 107(7):1130–1135
22. Seixas-Mikelus SA, Kesavadas T, Srimathveeravalli G, Chandrasekhar R, Wilding GE, Guru KA (2010) Face Validation of a novel surgical simulator. *Urology* 76(2):357–360
23. Hung AJ, Zehnder P, Patil MB, Cai J, Ng CK, Aron M, Gill IS, Desai MM (2011) Face, content and construct validity of a novel robotic surgery simulator. *J Urol* 186(3):1019–1025
24. Gallagher AG, Ritter EM, Satava RM (2003) Fundamental principles of validation, and reliability: rigorous science for the assessment of surgical education and training. *Surg Endosc* 17(10):1525–1529

*Représentation et interprétation des émotions dans l'univers numérique*

Ferri Briquet  
Université de Lorraine

***Cerefige***  
ferri.briquet@univ-lorraine.fr

**Résumé**

Ce travail peut paraître anecdotique à la première approche, pourtant en posant la question de l'usage des émoticônes dans les échanges de messageries instantanées, sur les forums et par le relais des messageries de réseaux sociaux, il s'intéresse à un point crucial de ces échanges, qui est la qualité et la fidélité de l'information transmise aux autres interlocuteurs. Après avoir retracé l'historique et l'évolution de ces signaux et graphiques visant à transmettre la tonalité d'un discours, ce travail s'interroge sur le partage des émotions via le réseau numérique, sur le caractère contagieux des émotions à l'intérieur d'un groupe virtuel et sur la démarche particulière qui consiste à vouloir transmettre de manière volontaire, à l'occasion d'un choix déterminé, une sensation qui relève du domaine du spontané chez l'individu. L'usage croissant des messageries liées aux réseaux sociaux par les plus jeunes générations est susceptible d'engager une accélération de l'échange de messages professionnels brefs. Lorsque cette génération sera en activité dans les organisations, il est fort probable que les émoticônes communs, ou des émoticônes adaptées aux conditions professionnelles, soient d'un usage plus fréquent dans la prochaine décennie. Voilà qui donne son intérêt à cette réflexion.

**Mots-clés :** groupe restreint, smileys, émoticônes, communication des groupes, groupe virtuel

**Keywords:** small group, smileys, emotions, communication, virtual group

Cette réflexion s'inscrit dans un ensemble de travaux portant sur les interactions liées à l'usage des Nouvelles Technologies, des outils numériques et de l'Internet. Cette étude sur les émotions et leurs représentations, dans l'espace dit virtuel, a été réalisée par l'analyse de forums, de plates-formes de formation et d'échanges variés faisant appel à ces outils. Ces données proviennent d'observations réalisées lors de recherches portant sur les groupes virtuels. Elles constituent le matériau d'études des articles référencés dans cette publication. Le cadre théorique de l'analyse est celui des approches interactionnistes. L'idée principale est de s'interroger sur la pertinence de l'usage des émoticônes lors des interactions pratiquées par le relais des outils numériques. La généralisation de leur usage nous amène à nous interroger sur leur efficacité et leur portée. Leur présence de plus en plus importante dans le cadre professionnel nous a conduits à les étudier afin de limiter les interprétations erronées des messages et les incompréhensions profondes pouvant se produire lors d'échanges réalisés en utilisant des messages rapides. Le contexte de l'évolution des échanges nous apporte le constat, chez les plus jeunes générations, d'une augmentation de l'usage de messageries des réseaux sociaux au détriment des échanges de mails. De même la mise en place de systèmes tels que les systèmes d'Helpdesk, qui conduisent à des interactions de type groupal, justifie pleinement que soit posé ce type d'interrogation. Cette étude fait un état des outils de représentation des émotions par une approche historique et mène à une réflexion sur leur intérêt et leur pertinence.

### **Les émoticônes : nouvelle forme de communication sur l'Internet**

L'expression écrite demande une bonne précision de rédaction pour exprimer justement les idées, les opinions et les émotions que le rédacteur souhaite communiquer aux lecteurs. L'usage des mails, devenu quotidien, celui des SMS, comme la présence sur des forums et des réseaux sociaux, ont pour caractéristique de proposer des rédactionnels brefs effectués lors d'interactions rapides. Les conditions de rédaction de ces courts messages ne permettent pas d'exprimer la subtilité de la pensée de leur auteur. Ainsi, le message : « Ne travaille pas trop », peut être compris, selon le contexte, comme une recommandation bienveillante par laquelle l'auteur conseille au lecteur de ne pas s'épuiser dans le travail. Dans un contexte ironique, ce même texte peut prendre un sens taquin. En revanche, si la phrase prononcée à l'issue d'une altercation entre deux personnes, la forme ironique sera connotée négativement. Dans la vie réelle et sur l'Internet, lorsque les conditions de l'échange sont connues des deux parties et que ce type de phrase est communément utilisé, elle est la plupart du temps entendue dans le sens souhaité par l'auteur. Mais ce schéma est loin d'être général.

D'après l'étude de Nicholas Epley (Université de l'Illinois) et de Justin Krugel (Université de Harvard) :

- il y a une chance sur deux, qu'un lecteur ne perçoive pas la bonne tonalité d'un message,
- neuf lecteurs sur dix sont persuadés avoir perçu la bonne tonalité,
- pour 80 % des envois, les expéditeurs estiment, au moment de l'envoi, qu'ils seront bien compris.

Avec de telles incertitudes, il y a de quoi envenimer les échanges effectués par le biais des NTIC et des outils de l'Internet.

Cette situation s'explique puisque les personnes entendent mentalement ce qu'elles écrivent et sont persuadées que le ton produit mentalement accompagne leur message. Pour l'expéditeur, le ton avec lequel doit être reçu le message, comme les émotions qu'il transporte, sont évidents. Or l'étude de Epley et Krugel démontre qu'il n'en est rien.

Une façon de bien se faire comprendre consiste à donner « un ton » au message en le faisant suivre de signes, tels quels :           ;-)           :-(           :ol           etc...

Ces signes visent à préciser le sens au message, hormis si l'on écrit à une personne d'une génération peu coutumière de ces signes comme pourrait l'être un aïeul ayant pour réponse : « Ça veut dire quoi : point-virgule, tiret, parenthèse ? ». Voici donc une solution simple d'usage permettant de remédier à une difficulté de communication. L'interrogation, qui se pose, est de savoir s'il s'agit d'une simple fioriture ou bien si les émoticônes jouent un rôle dans la communication par le biais de l'Internet et des Nouvelles Technologies, question qui nous renvoie au rôle des émotions dans la communication.

### **Les émotions sont-elles utiles ?**

Les travaux de Vygotski<sup>1</sup> montrent que la logique de construction de la pensée des jeunes enfants repose sur l'élaboration de liens internes, du type cause → conséquence qui se nourrissent des expériences acquises avec les autres. Cette mémorisation est rendue possible par le fait que l'enfant s'appuie sur ses sens pour la construire. Les sens lui permettent de mémoriser les situations rencontrées en les dotant d'une charge affective. Cette activité mentale non consciente permet d'élaborer des similitudes entre des situations semblables et de développer des concepts primaires.

Contrairement à une idée largement répandue, les sens de l'être humain ne se limitent pas à cinq. Les neurophysiciens reconnaissent un sens lié au mouvement ; un sens qui permet de percevoir la situation du corps dans l'espace ; la nociception ou sens de la douleur et d'autres sens comme le montre l'étude des phéromones qui ont vocation aussi bien à guider le comportement de certains insectes ou mammifères que celui de l'homme. Nous sommes également dotés d'horloges biologiques internes qui confèrent le sens du temps qui passe. L'existence de ces perceptions explique l'émergence de la notion de sixième sens, qui complète les cinq sens élémentaires de l'homme. Ces sens particuliers expliquent l'ensemble de perceptions que nous avons et qui nous procurent des émotions. Ainsi, le sixième sens perd son acception commune qui le fait correspondre à de l'intuition, pour être considéré comme une forme de connaissance, directe et immédiate, qui ne recourt pas au raisonnement.

Dans son ouvrage « L'Erreur de Descartes »<sup>2</sup>, Antonio Damasio, directeur du département de neurologie de l'université de l'Iowa, traite du cas de Phinéas Gage. Chef de chantier sur les voies ferrées de Nouvelle-Angleterre, Phinéas Gage eut le crâne perforé par une barre à mine au cours de l'été 1848. Il survécut à cette blessure malgré la perte d'une bonne partie de son cerveau. Ses facultés intellectuelles semblaient intactes, mais Phinéas Gage devenait méconnaissable. Individu auparavant avenant et dynamique, à la suite de l'accident, il se comportait de manière ombrageuse et grossière. Il

---

<sup>1</sup> Lev-Sémionovitch Vygotski : *Pensée et langage*, (1ère édition, 1934), La Dispute, 1997

<sup>2</sup> Antonio Damasio : *L'Erreur de Descartes*, Odile Jacob, 1995

perdit son emploi et par la suite échoua dans toutes ses entreprises pour finir misérablement en Californie.

Antonio Damasio s'intéressa à ce cas après avoir eu pour patient un jeune homme prénommé Elliot qui était porteur de lésions similaires et atteint des mêmes troubles de comportement que Phinéas Gage. De ces observations, il ressortit pour principales réflexions que le patient se rendait compte des résultats désastreux de ses décisions, mais qu'il était incapable de tirer la leçon de ses erreurs. Une autre caractéristique de sa personnalité était que ce patient, comme d'autres de ses semblables, semblait incapable de ressentir certaines émotions.

Les mesures électrodermales de l'individu, mis en situation émotionnelle, étaient atones alors que la peau trahit normalement le moindre émoi en transpirant. Antonio Damasio et son épouse Hanna, qui reconstitua sur ordinateur le crâne de Phineas Gage, entreprirent une succession de tests sur des patients ayant subi le même genre de traumatisme de la zone du cortex frontal. Leur hypothèse fut que le déficit de perception émotive occasionnait les choix de vie calamiteux de ces patients après leurs accidents.

Damasio y vit la preuve que, « par certains côtés, la capacité d'exprimer et de ressentir des émotions est indispensable à la mise en œuvre des comportements rationnels ». Tout se déroule comme si les émotions étaient présentes chez les sujets normaux pour guider le bon choix. L'usage des émoticônes qui peut paraître comme une simple fantaisie de communication peut, à la lumière des travaux de Damasio, relever d'une autre logique.

### **La socialisation par les autres**

Le contexte de cette étude est celui de la socialisation par les échanges grâce aux Nouvelles Technologies et à l'Internet. G. H. Mead démontre que la socialisation de l'individu s'effectue par l'imitation du langage de la communauté à laquelle il appartient. Cette approche de l'Interactionnisme Symbolique explique la construction de l'ordre social par le rôle des interactions entre les individus tel que l'a démontré la théorie de l'identité sociale d'Henri Tajfel et John Charles Turner<sup>3</sup>. Ainsi l'usage de certains modes de communication (vocabulaire limité, orthographe simplifiée, grammaire très réduite et usage d'émoticônes) jouent un rôle fédérateur entre les individus d'un même espace virtuel.

La question principale qui se pose dans ce travail porte sur l'importance d'une juste communication par l'intermédiaire des Nouvelles Technologies de façon à atténuer le caractère potentiellement conflictuel des échanges réalisés par l'usage de ces moyens de communication. L'hypothèse principale est celle du caractère indispensable de ces petites figures nommées émoticônes qui contribuent à la mise en place d'une communication efficiente. Kurt Lewin a démontré que la pensée d'un individu et ce qu'il éprouve ne relèvent pas de sa seule personne. Sa construction sociale est susceptible d'être influencée par les groupes auxquels il participe. Didier Anzieu et Jacques-Yves Martin<sup>4</sup> envisagent trois formes

---

<sup>3</sup> Henri Tajfel : Social identity and intergroup relations, Cambridge University Press, 1982.

<sup>4</sup> Didier Anzieu et Jacques-Yves Martin : La dynamique des groupes restreints, PUF, Paris, 1997



d'influence susceptibles de s'exercer sur un individu à l'intérieur d'un groupe. La première est une influence de type identitaire qui fait tendre l'individu à adhérer à la pensée du groupe. La deuxième est une influence sur la pensée de l'individu et sur la façon dont elle se forme. Elle exerce un formatage de la pensée de l'individu et tend à la mettre en conformité avec celle des autres membres du groupe. Une troisième forme d'influence de type émotionnel produit un effet d'amplification des émotions qui sont ressenties plus fortement par un individu les vivants à l'intérieur d'un groupe. Cette influence produit un effet de résonance des émotions du groupe. Par elle, les émotions ressenties par chacun des membres du groupe deviennent celles de chaque individu, et amplifient les émotions individuelles. L'Internet n'échappe pas à ces caractéristiques de fonctionnement du groupe et justifie que l'on s'intéresse à la façon dont il est possible de communiquer, de la manière la plus juste qui soit, la réalité émotionnelle contextuelle aux échanges pratiqués.

### La représentation écrite des émotions : une pratique antérieure à l'existence de l'Internet

L'usage des émoticônes est perçu par les internautes et les utilisateurs de Smartphones comme un amusement complémentaire venant égayer leur conversation et les échanges de messages. Plutôt utilisé dans des messages courts, et principalement dans des situations d'interaction, l'on peut s'interroger à savoir s'il ne s'agit pas de simples moyens de ponctuation complémentaires, qui viendraient combler quelques manques des signes de ponctuation communs. L'invention du point d'ironie par Alcanter de Brahm<sup>5</sup> en constitue une illustration :

« Vive la mort <sup>?</sup> »

Dans la pratique, il est remplacé par le caractère du point d'interrogation arabe <sup>؟</sup> ou par la suite de caractères : ( ! )

On peut considérer qu'il s'agit du premier des émoticônes. Il est assez proche du sens donné par des émoticônes existant actuellement. Hervé Bazin reprend ce signe dans son livre « Plumons l'oiseau »<sup>6</sup> dans lequel, l'auteur propose d'autres signes de ponctuation :

- le point de doute ( <sup>?</sup> ),
- le point de certitude ( <sup>†</sup> ),
- le point d'acclamation ( <sup>!</sup> ),
- le point d'autorité ( <sup>↑</sup> ),
- le point d'amour ( <sup>♡</sup> ),

---

<sup>5</sup> Alcanter de Brahm (1868-1942), de son vrai nom Marcel Bernhardt est un homme de lettres, critique d'art, essayiste, poète lyrique et historien de Paris (source BNF)

<sup>6</sup> Hervé Bazin : Plumons l'oiseau, Grasset, 1967, 280 p

- le point d'indignation ( *!* ).

Le dialogue en l'absence de retour visuel sur la personne, que ce soit avec des proches ou des inconnus sur Internet, est source d'incompréhension. En présence de celui qui reçoit le message, l'émetteur obtient une réponse immédiate par l'expression du visage de son interlocuteur, par le rythme de sa voix et par sa gestuelle. En l'absence de ce type de retour, la prudence devrait être d'usage, mais cela n'est pas suffisant. Il s'avère donc nécessaire de donner le sens d'un texte et de restituer le ton de la voix. Le premier à avoir proposé l'usage d'un émoticône dans le cadre d'échanges au travers d'un réseau est Scott Fahlman, qui posta, en 1982, le message suivant :

Here is the original message posted by Scott Fahlman (enseignant de l'Université Carnegie Mellon) on 19 September, 1982:

<http://www.cs.cmu.edu/~sef/Orig-Smiley.htm>  
<http://www.cs.cmu.edu/smiley/>

19-Sep-82 11:44 Scott E Fahlman :-)  
 From: Scott E Fahlman <Fahlman at Cmu-20c>

I propose that the following character sequence for joke markers:

:-)

Read it sideways. Actually, it is probably more economical to mark things that are NOT jokes, given current trends. For this, use

:-(  
 \_\_\_\_\_

Il indique dans son message la façon de composer un émoticône. Sa forme doit représenter l'expression d'un visage que l'on découvre en penchant la tête sur la gauche afin d'en lire l'expression : :-)

Les exceptions de lecture de face sont rares, mais l'on trouve : (ô¿ô) émoticône appartenant à un certain Laurent qui s'en servait pour repérer ses posts sur les forums grâce à un moteur de recherche. On notera que certains gauchers mettent un point d'honneur à positionner la bouche à gauche, ce qui rend l'émoticône moins lisible et plus difficile à écrire : (-:

Les émoticônes les plus courants sont :

Sourire	:-)	Bisou	:-)*
Clin d'œil	;-)	Cœur brisé	:-)...
Triste	:-(	Très triste	:-)\
Ou pas content			

Les émoticônes occidentaux utilisent l'expression de la bouche pour représenter l'émotion :

:-)      :-(      :-|      :-D      :-p

Les émoticônes japonaises celle des yeux et se lisent de face, leur graphie s'inspire des expressions des personnages dans les mangas :

^\_^                      T\_T                      ô\_O                      -\_-                      >\_<

Certains utilisateurs créatifs ont tenté de créer un langage particulier en multipliant les dessins, mais il faut constater que leur usage ne s'est pas répandu et demeure confidentiel. Ainsi, peu de personnes connaissent le sens des émoticônes suivants :

« J'ai bu un verre » :                      %')

« J'ai travaillé toute la nuit » :                      %-|

Certains sont très complexes à utiliser du fait de leur graphisme élaboré :

« Comme un poisson dans l'eau » :                      <°(((=<<

Sans compter la multiplication des dessins qui deviennent sources de confusions.

« Je suis comptable » :                      :%)                      « J'ai de l'acné » :                      :%)%

Pour d'autres, le sens du graphisme varie selon les circonstances d'usage

:-,                      Signifie selon les circonstances : « Gros fumeur » ou « Fait la moue »

Enfin, puisqu'il s'agit de graphisme, la tentation fut grande d'en améliorer le dessin, ce qui poussa certains utilisateurs à faire évoluer les émoticônes pour les transformer en smileys. Certains logiciels, forums et messageries pratiquent la transformation automatique des émoticônes en smileys après la saisie au clavier de la suite de caractères correspondants.

Par exemple, la saisie sous Word de la succession de caractères :-) produit le dessin ☺ lorsque la touche espace ou de validation est frappée.

Dans l'usage courant les deux termes sont confondus, toutefois le terme binette est recommandé, depuis 1995, par la Délégation Générale à la Langue Française et aux Langues de France (DGLF) qui élabore la politique linguistique du Gouvernement au ministère de la culture et par l'Office Québécois de la Langue Française (OQLF). Depuis 1999, le mot « frimousse » a été adopté par la Commission Générale de Terminologie et de Néologie (CGTN), organisme Placée auprès du Premier ministre.

Il semble toutefois préférable de différencier l'émoticône qui est construit avec les signes de ponctuation, du smiley qui est un dessin.

;-)



:-D



(:-&



**Pourquoi j'ai un panneau  
au dessus de la gueule moi ?**



Depuis que leur usage s'est répandu, une grande diversité de ces images est venue s'ajouter aux émoticônes courants. Certaines rompent avec le principe de base qui proposait une communication fondée sur la simplicité. Ces nouvelles émoticônes se présentent sous la forme de smileys porteurs de panneaux exprimant le message par un texte.

Il existe des sites où il est possible d'obtenir un smiley animé<sup>7</sup> et de nombreux autres sites permettant de composer ses propres smileys<sup>8</sup>.

Nous avons déjà évoqué les difficultés d'interprétation de la diversité des émoticônes pour un utilisateur commun. Les smileys qui connaissent la même évolution dans la diversité ne devraient pas provoquer ce genre d'erreur, dans la mesure où le dessin exprime l'expression sans ambiguïté. Dans la réalité, il n'en est pas de même, car leur taille réduite rend parfois difficile la différenciation des expressions qu'ils portent. La multiplication fait également sortir aisément l'émoticône du champ de la représentation des émotions. On trouve ainsi la représentation de personnages tels que :

« le Pape » +O:-) ou « Oncle Sam » =):-)

Parfois ils sont porteurs de slogans : \o/ pour « Louez le Seigneur, priez,... »

Porteurs d'intention : @-'-- pour « Une rose pour vous »

Porteur d'une demande : <> pour « Faire l'amour »

### **L'émoticône comme l'expression d'une interaction sous influence**

Selon ce champ théorique, le changement social dépend des processus de catégorisation sociale, de l'auto-évaluation au travers de l'identité sociale et de la comparaison intergroupe.

Lorsque le domaine est réel, on peut se référer à la théorie de Herbert Blumer<sup>9</sup> qui pose les trois principes fondamentaux de l'interactionnisme symbolique et se résume de la façon suivante :

1. Les êtres humains agissent à l'égard des choses en fonction du sens qu'ils donnent aux choses,
2. Le sens donné aux choses est créé par le type d'interaction sociale que l'individu a relativement aux autres individus,
3. Ce sens est susceptible d'évolution en fonction du processus interprétatif utilisé par l'individu pour interagir avec les choses, c'est-à-dire en fonction de la représentation que l'individu en a.

En ce qui concerne les nouvelles technologies, les objets qui servent de support à leur utilisation sont porteurs de sens au même titre que n'importe quel autre objet. Mais le contenu des échanges appliqués à l'aide de ces objets relève de ce que l'on nomme le domaine virtuel. Par essence, dans ce domaine, il n'existe pas de choses palpables ou aisément représentables qui pourraient être considérées sans plus de réflexions, comme porteuses de sens. Toutefois le terme de « virtuel » exprime seulement

<sup>7</sup> <http://yelims3.free.fr/Hein/Hein60.gif>

<sup>8</sup> <http://www.smiliz.fr/gs.php>

<sup>9</sup> Herbert George Blumer : Symbolic Interactionnism, Perspective and Method, 1969

l'invisibilité du support par lequel transitent les informations. Pour ce qui est de l'expression littérale, elle n'est pas plus réelle que l'expression utilisée en présence d'autres personnes. Ainsi, dans le domaine des nouvelles technologies, il existe des choses virtuelles, de la même manière qu'il en existe dans le monde réel.

Il est donc possible pour étudier l'usage des émoticônes de se référer aux formes d'influence identifiées par les approches interactionnistes. L'analyse a été réalisée à partir d'un ensemble de travaux d'observation de forum et d'échanges engageant les Nouvelles Technologies. Les données recueillies pour ces études particulières ont fourni la matière de cette réflexion globale <sup>10, 11 12 13 14</sup>

### **Un besoin de faire comprendre les émotions**

La communication des émotions au moment où l'on adresse un message rapide à un interlocuteur apparaît comme une nécessité du fait des caractéristiques d'échange produites par cette nouvelle technologie. Le besoin se fait ressentir également de donner le ton d'un message, indépendamment d'une émotion particulière ressentie au moment de son expédition. Cette démarche est pratiquée dans un souci de meilleure lisibilité et permet de situer le discours dans un contexte, par exemple, de détente, de colère ou de pression.

C'est ainsi que furent utilisées des abréviations liées à la fois aux contraintes de taille de l'expression lorsque l'on utilise des outils tels que les SMS ou Twitter et à la volonté de pratiquer des interactions rapides. Comme pour les émoticônes, certaines se lisent aisément [ « a + » pour « à plus tard », « à bientôt »], d'autres demandent une initiation courte [« mdr » ou « lol » pour « mort de rire »] et d'autres sont d'un usage courant [« asv » pour « âge, sexe, ville »].



Les interlocuteurs peuvent également choisir de se faire identifier par une image qui les représente et accompagne chacun de leur message. Ces images nommées « avatars » sont également utilisées pour communiquer l'humeur du moment. Ainsi, certains utilisateurs les modifient chaque jour, voire plusieurs fois par jour.

### **Qu'est-ce qu'une émotion sur Internet ?**

---

<sup>10</sup> Briquet Ferri et Jung Charlotte : Usage professionnel du réseau Facebook pour le recrutement, Colloque AGRH 2012, 12/13/14 septembre 2012

<sup>11</sup> Briquet Ferri : Usage de l'environnement numérique par un groupe virtuel, Tice Méditerranée 2007 – Marseille Revue ISDM (Information Sciences for Decision making) n° 29, 2007, <http://isdm.univ-tln.fr/PDF/isdm29/BRIQUET.pdf>

<sup>12</sup> Briquet Ferri : L'auto-organisation d'un groupe virtuel, Tice Méditerranée 2006 - Gênes, Revue ISDM (Information Sciences for Decision making) n° 25, 2006, [http://isdm.univ-tln.fr/PDF/isdm25/Briquet\\_TICEMED2006.pdf](http://isdm.univ-tln.fr/PDF/isdm25/Briquet_TICEMED2006.pdf)

<sup>13</sup> Briquet Ferri : Différence comportementale des participants dans les groupes en formation en présentiel et en FOAD, International Conference : « ICT's & Inequalities : the digital divides », Paris, Carré des Sciences, 18-19 novembre 2004, [http://irene.asso.free.fr/digitaldivides/papers/BRIQUET\\_Ferri.pdf](http://irene.asso.free.fr/digitaldivides/papers/BRIQUET_Ferri.pdf)

<sup>14</sup> Briquet Ferri : Le leadership dans les groupes virtuels, Tice Méditerranée 2004, Revue ISDM (Information Sciences for Decision making) n° 18, 2004, <http://isdm.univ-tln.fr/PDF/isdm18/9-Briquet.pdf>

Les interactions sur Internet sont de même type que celles qui se produisent entre les individus lors de rencontres réelles. Le support de l'échange est différent, la technologie apporte quelques freins, et des conditions d'usage différentes, permettent de se comporter autrement. L'échange sur Internet accentue les émotions produites par cet usage, du fait de l'incertitude du virtuel. Mais le mode d'interaction est unique, que l'échange se déroule en présence de l'interlocuteur ou via des réseaux sociaux ou par l'usage de l'Internet et des Nouvelles Technologies<sup>15</sup>. Les interactions sur Internet restent des interactions communes entre les individus. Dans ces échanges, la dimension sociale est essentielle :

#6724 (+) 3182/3812/8 (-)16	
Bobo	Met pas le même pseudo que moi, on va nous confondre après ça craint...
Bobo	ué c klr on va ns confondre direkt c sa ké bn lé gen il von plu rien komprendre
Bobo	Ok va y tu peux le laisser s'tu veux !

Évidemment, la dissociation des représentations entre le virtuel et le présentiel peut être à l'origine de maladroites d'usage.

#6571 (+) 3628/4346/8 (-)	
Remi	t pa tres bavard
Bam	scuse
Bam	j'suis très occupé
Remi	tu fai quoi
Bam	je crée un transfert de protocole transitoire
Bam	avec AlphaX incrusté dans le code C++ interne de la matrice de base
Bam	et je mange une pomme
remi	c quoi ?
Bam	c'est un fruit !

De même les artifices sociaux ordinaires marquant les situations de pouvoir ne jouent pas, puisque les statuts sociaux et les rôles ne sont pas apparents au moment des échanges. La tendance naturelle de l'individu à se doter de représentations de l'autre très rapidement, au cours des premières mises en relation, accentue ce mécanisme et par le phénomène d'ancrage rend cette représentation durable. Ainsi, lors des premières expériences d'enseignement dans le cadre de la formation à distance, l'on a constaté que les auditeurs n'avaient pas de représentation hiérarchique du statut des enseignants. Ainsi

<sup>15</sup> Briquet Ferri : Différence comportementale des participants dans les groupes en formation en présentiel et en FOAD, International Conference : « ICT's & Inequalities : the digital divides », Paris, Carré des Sciences, 18-19 novembre 2004

<sup>16</sup> <http://danstonchat.com/>

très naturellement, ils les tutoyaient dans leur message et s'adressaient à eux, comme s'ils échangeaient sur un forum ordinaire.

#6695 (+) 4733/5669/8 (-)	
lucas	j'ai eu la confirmation que je toute le monde s'en tape de moi..
lucas	je vois ma mère se connecter sur msn, je lui dit "salut", elle me répond "t'es qui toi"...
guillaume	re, dsl tu disais?

La technologie, par les facilités de communication qu'elle apporte, notamment les échanges multiples, crée des situations nouvelles d'échanges qui sont parfois à l'origine de nouvelles difficultés, que l'interaction en mode présentiel ne produisait pas.

#6598 (+) 6634/7946/8 (-)	
gérôme	Salut princess!
Olga	Non!! j'ai tjr pas envie de baiser avc toi
gérôme	...
Olga	O_o oups dsl papa je me suis trompé de fenetre

Parfois l'anonymat partiel ou plus exactement la présentation, volontaire et partielle, d'une partie de sa vie et de sa personnalité permet de laisser de côté certaines inhibitions et d'aborder des sujets très intimes avec des interlocuteurs qui sont pour ainsi dire inconnus.

#6660 (+) 1409/2355/6 (-)	
Ull	Ma copine me trompe depuis 6 mois avec mon meilleur ami :( J'crois que j'ai besoin de reconfort
El zonzon	Elle te trompe depuis 6 mois ?
Ull	Oui
El zonzon	Bah alors c'est plus ta copine
Ull	Merci....

Les écrans, que l'usage de l'Internet impose entre les interlocuteurs, favorisent également des expressions spontanées, qui sont très souvent excessives du fait d'une perception de ces échanges comme étant virtuels, très volatiles et sans mémoire.

#43 (+) 835/1706/5 (-)	
orf	j'espère que Pierre Perret va bientôt mourir pour qu'ils fassent un beau coffret de CD

Or il n'en est rien, l'Internet, bien que représenté dans l'esprit des individus comme un univers virtuel, est un espace de stockage des informations que les moteurs de recherche rendent accessible aisément.

Néanmoins, relativement à l'usage d'Internet, les usagers débutants et les générations Y<sup>17</sup> et G<sup>18</sup> ont un comportement assez proche. Une fois passée l'étape d'hésitation, lorsqu'ils sont confrontés aux Nouvelles Technologies, ils en pratiquent un usage sans retenue, ni prudence. Le passage de la génération G à la vie active créera une nouvelle donne dans le comportement des individus au travail. Cette génération use des réseaux sociaux comme d'un portail d'entrée unique de la communication personnelle et professionnelle au détriment de la messagerie électronique. Sur ces réseaux, elle tend à user des outils de communication qui y figurent, notamment ceux qui permettent la prise en compte des émotions. On peut imaginer aisément que ce type d'évolution de la communication au travail imposera une adaptation des types de management. Les responsables du marketing les qualifient déjà de « Emos », comme diminutif de « émotionnel »<sup>19</sup>. Marqué par ses caractéristiques, l'Internet s'est construit comme un espace dans lequel les relations peuvent rapidement devenir conflictuelles.

6538 (+) 2876/3716/8 (-)	
troipwain	et mon ordi commence à bugger
Enerhpozyks	t'as qu'a installer Linux mouahaha !
troipwain	j'ai l'impression d'entendre mon ex ^^
Enerhpozyks	un linuxien ?
troipwain	un connard

Certains toutefois y développent une ingéniosité permettant de rendre les messages efficaces.

#6621 (+) 7382/8842/8 (-)	
Nub	quelqu'un peut m'expliquer la division des cellules ?
K4rli	O
K4rli	O
K4rli	8
K4rli	o o

<sup>17</sup> La génération Y correspond aux individus nés entre 1980 et 1999. La lettre « Y » désigne le fil du baladeur qui pend sur leurs poitrines. Ces « Digital native » furent confrontés très jeunes à l'Internet.

<sup>18</sup> La « Génération G » correspond aux enfants nés après 1993. Les individus de cette génération privilégient l'immédiateté à une vision stratégique et font montre de difficultés à évaluer la pertinence des informations. Ils passent rapidement de l'une à l'autre. Cette génération est porteuse d'une conception généreuse de la société (d'où le « G » de son nom qui renvoie à la générosité). Elle marque une rupture avec l'individualisme forcé de la période précédente. Elle tient ses comportements de la culture du Web marquée par la collaboration, l'échange, l'appartenance à une communauté s'exerçant dans un univers de gratuité (Publication de l'Institut d'étude sur la consommation Trendwatching : sur trendwatching.com/trends/generation, première publication en février 2009).

<sup>19</sup> www.comscore.com. , décembre 2010, cité par le journal « Le Monde », du 8 février 2011.



## **Caractéristiques du débat sur les forums et les zones d'échanges collectifs**

Sur Internet, les groupes sont de vrais groupes, ils en portent les caractéristiques. Les groupes en général sont générateurs de situations anxiogènes. La défense contre l'anxiété psychotique constitue un des éléments primaires de cohésion qui relie les individus membres d'un même groupe. L'Internet n'échappe pas à cette règle, le caractère anxiogène y est même accentué<sup>20</sup>. Comme dans n'importe quel groupe, le rôle du leader est essentiel à la conduite de celui-ci. De même il s'y développe un sentiment d'appartenance au groupe comme dans les groupes en présentiel. La technologie produit toutefois certaines différences. La seule connexion au réseau ne suffit pas pour créer le sentiment d'appartenance. De même le caractère asynchrone de la communication limite les échanges et impose qu'ils soient plus efficaces. Ces dernières caractéristiques expliquent l'usage des émoticônes dans un souci d'efficacité.

## **Les émoticônes suffisent-ils à la manifestation des émotions ?**

S'émouvoir, c'est changer d'état et ressentir physiquement ce changement d'état (joie, peur, colère, ...). Une émotion peut être provoquée par une nouvelle relation ou un changement dans la manière de penser. Les travaux de Joseph E. Le Doux<sup>21</sup> montrent le lien entre mémoire et émotion, en particulier sur les mécanismes de la peur. Physiquement, cela se passe dans une région du cerveau nommée amygdale, qui se situe sur le lobe temporal. Ainsi présenté le passage par la voie courte du seul amygdale serait une façon de garantir la survie par une réaction plus rapide

- *voie courte :*  
(*Traitement sensoriel -> thalamus -> Amygdale -> Réponse*)

- *voie longue :*  
(*Traitement sensoriel -> Thalamus -> Cortex cérébral -> Hippocampe / Amygdale -> Réponse*).

Chez le rat, par le circuit court, l'information met 12 millisecondes pour atteindre l'amygdale et 24 millisecondes par le circuit long. Ce noyau de neurones du cerveau joue un rôle dans la mémoire et dans la motivation. Les travaux d'Antonio Damasio viennent confirmer le rôle de l'émotion sur la mémoire<sup>22</sup>.

Sur l'internet se pose la question des émotions que l'on manifeste et de celles que l'on ne manifeste pas du fait de l'action volontaire nécessaire à leur manifestation. Ainsi, l'individu peut être tenté d'exprimer sa joie, il n'en sera pas de même pour sa peur. L'émotion n'est pas une sensation. Éprouver une sensation revient à ressentir une perception physique (ex : le chaud, le froid, ...). L'émotion trouve son origine dans la confrontation à une situation qui conduit à une interprétation de la réalité et produit une manifestation interne qui génère une réaction extérieure. Le courant évolutionniste en fait un héritage de nos ancêtres<sup>23</sup>. Dans cette optique une action tout d'abord volontaire deviendra réflexe et au fil des générations, innée et réflexe.

---

<sup>20</sup> Ferri Briquet : Organisés par le stress, Coll. Pour Ainsi Dire, PUN-Éditions Universitaires de Lorraine, Nancy, 2015

<sup>21</sup> Joseph E. Le Doux: The emotional brain. Weidenfeld & Nicolson, London, 1998

<sup>22</sup> Antonio R. Damasio, L'Erreur de Descartes : la raison des émotions, Odile Jacob, Paris, 1995, 368 p.

<sup>23</sup> Charles Darwin : The expression of the Emotions in Man and Animals, John Murray, 1872

Selon les évolutionnistes, la spontanéité de la réaction est faciale et vocale, ce qui permet de communiquer aux autres individus, ce que l'on ressent et ce que l'on attend d'eux. Les émoticônes sont représentatifs de l'expression d'une émotion.

Selon la théorie de Walter Cannon et Philippe Bard, les émotions sont ressenties cérébralement avant d'en ressentir les effets somatiques et physiologiques. Ce qui conduit à s'interroger pour savoir si toutes les émotions sont diffusables sur Internet. L'étude de Paul Ekman nous propose de concevoir que les émotions se ramènent à six émotions de base : joie, tristesse, dégoût, peur, colère, surprise. Selon lui, les autres émotions sont des combinaisons de ces six émotions. Ainsi, l'amertume est un mélange de colère et de tristesse.

Certains émoticônes expriment pourtant des émotions qui sortent de ce registre, tel que l'effet de surprise provoquant une situation où le choix n'est pas possible (lors d'échanges en direct : chat divers, msn, ...). On peut donc concevoir que les émoticônes ne transmettent pas les émotions ressenties, mais transmettent une information sur les émotions que l'on souhaite faire comprendre comme étant ressenties. Envisagés de la sorte, ils constituent de bons outils de manipulation ou d'excellents moyens de produire des psychodrames. Une version finalisée du psychodrame pouvant être la vie virtuelle sous le masque d'un avatar dans un univers comme « Second Life ».

Sont hors de ce registre également, l'ironie, le sourire, le rire qui forment des indicateurs d'interprétation du message sans qu'il y ait pour autant d'émotion.

La théorie de l'évaluation cognitive considère que les émotions relèvent d'évaluations que l'individu fait au sujet de son environnement, par un processus cognitif rapide et inconscient. Comme selon Herbert Simon, l'utilisation de l'information conduit les hommes à consommer de l'attention, l'on peut concevoir que la fonction d'émotion a pour rôle de contrôler la capacité à l'attention. Le contrôle de l'attention peut s'imaginer comme accentuant un effet de fuite ou d'engagement (si nécessaire) dans le cas d'informations subies.

### **Les émotions choisies**

L'usage des émoticônes reposant sur une démarche volontaire correspond à un choix d'émotion. Or les émotions communiquées sans filtre d'usage sont des émotions très spontanées. Il existe une différence essentielle entre ces deux expressions. D'autres biais à la communication d'une émotion « vraie » sont générés par l'usage des logiciels. En effet, les smileys positifs sont toujours disposés en premier selon en ordre quasi normé (Joie / clin d'œil / bisou / je t'aime / tire la langue (moquerie gentille) / colère). Les émoticônes plus impliquant (Tristesse / Peur) sont plus éloignés et leur usage doit être le fait d'une action de communication volontaire. Ces outils ne permettent donc pas la manifestation d'émotions réelles.

### **Quels types d'émotions sont communicables sur l'internet ?**

L'émotion est un phénomène strictement individuel, mais les groupes accentuent la portée des émotions des individus. Existe-t-il pour autant des émotions collectives ?

Sur l'internet le groupe ne s'exprime pas, c'est toujours un individu du groupe qui s'exprime. Toutefois, les membres d'un groupe sur un réseau virtuel peuvent ressentir des émotions tout comme ceux d'un groupe en présentiel. Cela n'a rien d'étonnant, dans la mesure où le groupe est par essence virtuel quelle que soit la manière dont les membres sont reliés entre eux. Les émotions collectives existent lorsque le groupe en virtuel existe, mais leur perception ne peut se faire que par la formalisation exprimée de ces émotions. Ainsi, les émotions collectives ne semblent pas communicables sur internet. Il peut s'agir là d'une des raisons de l'effet anxiogène du net, car les individus n'ont pas d'information en retour du groupe. En revanche ces émotions collectives peuvent être mises en scène et c'est tout un projet d'analyse des controverses qui peut être engagé.

## **Conclusion**

La représentation des émotions sur l'Internet met en évidence la difficulté de communiquer fidèlement l'émotion en dehors de toute spontanéité. Elle nous permet d'identifier, dans l'usage des supports pour communiquer, divers objets émotivocônes exprimant des émotions internes (joie, tristesse, ...), des expressions à usage d'indicateur (l'humour, l'ironie, la gentillesse, la méchanceté ...), des sensations contextuelles (pluie et beau temps, atmosphère, ...) et des émotions collectives.

Un écrit précis reste toutefois le meilleur moyen pour informer d'une émotion, ce qui est difficile à réussir. De ce fait, le recours au dessin et à l'art en général permet de communiquer une émotion. Toutefois, le temps nécessaire au choix d'une bonne représentation empêche la spontanéité. Dans certaines circonstances, telles que des échanges rapides par chat, cette spontanéité est relativement préservée. Ainsi, pour qu'il y ait une manifestation d'émotion en rapport et proportionnelle à la réalité, il faut qu'il ait urgence ou que le temps ne soit plus un facteur déterminant. L'émotion fait perdre la conscience du temps à l'individu.

Bien que les émotions soient ressenties par les individus alors qu'ils sont dans la sphère publique, leur extériorisation se manifeste seulement sous la forme de caractéristiques qui n'impliquent pas les autres directement. En revanche leur formalisation, par le relais d'émotivocônes adressés à un interlocuteur, ou un groupe, produit un effet d'interpellation qui implique l'autre et le fait pénétrer par cette manifestation.

Ces manifestations d'intentions sont actuellement réservées à une communication relevant de la sphère privée. Leur efficacité dans le domaine privé permet d'envisager leur utilisation dans le domaine professionnel. Mais pour que ce transfert d'usage soit pertinent, cela rend nécessaire la création d'icônes complémentaires renvoyant à des situations professionnelles.

## Bibliographie

- Anzieu Didier et Martin Jacques-Yves : *La dynamique des groupes restreints*, PUF, Paris, 1997
- Bazin Hervé : *Plumons l'oiseau*, Grasset, c'est 1967, 280
- Blumer Herbert George : *Symbolic Interactionism, Perspective and Method*, 1969
- Briquet Ferri et Jung Charlotte : *Usage professionnel du réseau Facebook pour le recrutement*, Colloque AGRH 2012, 12/13/14 septembre 2012
- Briquet Ferri : *Différence comportementale des participants dans les groupes en formation en présentiel et en FOAD*, International Conference : « ICT's & Inequalities : the digital divides », Paris, Carré des Sciences, 18-19 novembre 2004
- Briquet Ferri : *Usage de l'environnement numérique par un groupe virtuel*, Tice Méditerranée 2007 – Marseille Revue ISDM (Information Sciences for Decision making) n° 29, 2007, <http://isdm.univ-tln.fr/PDF/isdm29/BRIQUET.pdf>
- Briquet Ferri : *Organisés par le stress*, Coll. Pour Ainsi Dire, PUN-Editions Universitaires de Lorraine, Nancy, 2015
- Damasio Antonio R. : *L'Erreur de Descartes : la raison des émotions*, Odile Jacob, Paris, 1995, 368 p.
- Darwin Charles : *The expression of the Emotions in Man and Animals*, John Murray, 1872
- Ehlinger Sylvie : *Les représentations partagées au sein des organisations : entre mythe et réalité*, in Conférence internationale de l'AIMS – 27-29 mai 1998 – Louvain-la-Neuve, 1998
- Le Doux Joseph E. : *The emotional brain*, Weidenfeld & Nicolson, London, 1998
- Epley Nicholas et Kruger Justin / *Egocentrism Over E-Mail: Can We Communicate as Well as We Think ?* Journal of Personality and Social Psychology, 2005, Vol. 89, No. 6, 925–936
- Tajfel Henri : *Social identity and intergroup relations*, Cambridge University Press, 1982
- Vygotski Lev-Sémionovitch : *Pensée et langage*, (1ère édition, 1934), La Dispute, 1997