

Analyse des impacts des technologies de l'information et de la communication sur l'enseignement et la pratique de la médecine

What are the impacts of information and communication technologies on the teaching and practice of medicine?

Thierry KARSENTI¹ et Bernard CHARLIN²

1 Faculté des sciences de l'éducation, Université de Montréal, Canada

2 Centre de pédagogie appliquée aux sciences de la santé (CPASS), Faculté de Médecine, Université de Montréal, Canada

Manuscrit reçu le 25 février 2010 ; commentaires éditoriaux formulés aux auteurs le 15 mai 2010 ; accepté pour publication le 16 juillet 2010

Mots clés :

Éducation médicale ;
technologie ;
technologies
de l'information
et de la communication ;
pratique médicale

Résumé – Contexte : L'incursion des technologies de l'information et de la communication (TIC) entraîne d'importants développements dans le domaine de la santé. Ces technologies ont des impacts variés sur la pratique professionnelle, l'expérience vécue par les patients, la gestion et l'organisation des systèmes de santé. **Méthode :** Cette revue de la littérature présente les principaux impacts et défis engendrés par les TIC sur l'éducation médicale et la pratique de la médecine. **Résultats :** Quatre défis ont été identifiés. Le premier défi est celui de mieux préparer les futurs médecins à l'évolution du comportement des patients qui sont de plus en plus "branchés". Le deuxième défi, intimement lié au premier, est celui de sensibiliser les futurs praticiens aux nombreux avantages que comportent les TIC pour la qualité des interventions et des soins fournis aux patients mais également, à un niveau plus large, pour l'organisation du système des soins de santé. Amener les futurs médecins à faire usage des TIC pour s'informer, apprendre et se perfectionner constitue le troisième défi présenté. La compétence informationnelle est notamment mise de l'avant comme une habileté devant impérativement faire partie de la formation de tout médecin. La question du *e-learning* est également abordée puisque ce mode d'enseignement, encore trop peu répandu dans bon nombre de facultés de médecine, constitue l'avenir de la formation médicale initiale ou continue. Les bases de données, l'animation 3D, les simulateurs et les communautés virtuelles sont également évoqués. Changer les pratiques en pédagogie médicale constitue le quatrième et dernier défi relevé dans la littérature scientifique.

Keywords:

Medical education;
technology;

Abstract – Context: The advent of information and communication technologies (ICT) has brought about important changes in the health care field. These technologies have various impacts on physicians' professional practice, on the experience of patients and on healthcare

information
and communication
technologies;
medical practice

management and organization. **Method:** This literature review presents the main impacts and challenges in using ICT in medical education and practice. **Results:** Four challenges have been identified. The first challenge is to better prepare future physicians for the changing behaviors of patients, who are increasingly Internet-savvy. The second challenge, closely related to the first, is to raise awareness among physicians in training of the many benefits in using ICT, not only for the quality of interventions and health care delivery, but also for the organization of the health care system. The third challenge is to motivate medical students to use ICT to find information, learn and develop. It is argued that information literacy should be taught in every medical school. E-learning, currently underused in many medical schools, could become an important teaching method for initial and continuing medical education. Databases, 3D animation, simulators and virtual communities are also discussed. The fourth and final challenge is the need to change medical teaching practices.

Introduction

Ce texte présente une revue des principaux impacts et défis posés par les technologies de l'information et de la communication (TIC) sur la pratique et l'enseignement de la médecine. Selon Heath *et al.* [1], l'incursion des TIC est l'un des plus importants développements dans le domaine de la santé au cours des 25 dernières années. Ces technologies ont selon eux des impacts variés sur la pratique professionnelle, l'expérience vécue par les patients, la gestion et l'organisation des systèmes de santé.

Avec les TIC, tout change : notre façon de vivre, d'apprendre, de travailler, voire de se socialiser. Ces métamorphoses sociétales s'accroissent depuis l'arrivée du Web 2.0, qui permet aux internautes d'interagir non seulement avec le contenu des pages mais aussi entre eux. Contrairement aux pages Web statiques des débuts d'Internet, l'internaute du Web 2.0 participe activement à ce monde technologique et contribue à alimenter le contenu du site, tout en informant ses pairs de son évolution. Le site YouTube, invention technologique de l'année 2006 selon le Time Magazine, est un exemple de l'avancement du Web 2.0. Dans le domaine médical, on y retrouve des dizaines de milliers d'animations et d'extraits de conférences.

Il sera ici question de plusieurs types de technologies, parmi lesquelles Internet et les applications du Web 2.0, les technologies de télécommunications et les appareils portatifs personnels. Quatre

défis concernant les changements qu'entraînent les TIC en médecine ont été identifiés. Nous décrirons certains des impacts qu'ont les TIC sur la relation médecin-patient, les soins aux patients, l'organisation des soins de santé et l'enseignement des professionnels de la santé.

Méthode : stratégie de recherche documentaire

Le présent travail s'appuie sur une recension des écrits visant principalement les revues de la littérature et les méta-analyses produites depuis 2002 sur des sujets touchant à l'utilisation des technologies en pédagogie médicale. Une recension additionnelle d'études récentes (depuis 2006) a ensuite été effectuée pour compléter les conclusions établies dans les revues et méta-analyses recensées. Les mots-clés utilisés, tant en français qu'en anglais, sont liés à l'informatique (par exemple : TIC, ordinateur), à l'éducation (par exemple : pédagogie, formation), à la formation et à la pratique médicale (par exemple : télémédecine, pédagogie médicale). Quelques mots-clés ont aussi servi à mieux identifier les défis de la thématique (par exemple : *challenges* en anglais). Plusieurs bases de données ont été consultées, tant du domaine de l'éducation (ERIC, EditLib) que du domaine médical (PubMed). Certains sites de maisons d'édition scientifique comprenant des revues scientifiques médicales ont aussi été consultés (OVID, InformaWorld, ScienceDirect,

Wiley, Sage, Springer). Le moteur de recherche scientifique Google Scholar a également été mis à contribution afin de recenser des études plus récentes citant les revues ou méta-analyses identifiées. Enfin, une recherche plus générale a été effectuée par le biais du moteur de recherche Google afin de recenser des études publiées sous forme de rapports, de bulletins ou encore dans les revues scientifiques libres d'accès.

Résultats : quatre défis liés à l'irruption des technologies de l'information et de la communication dans le champ de la santé sont identifiables

Premier défi : préparer les médecins à l'évolution du comportement des patients utilisant les ressources des technologies de l'information et de la communication

Plusieurs études, dont celle de Duvvuri et Jianhong^[2], montrent que les TIC ont entraîné des changements importants dans le comportement des patients et qu'il est essentiel que les praticiens de demain y soient bien préparés. En effet, les recherches révèlent que les patients font aujourd'hui appel aux TIC non seulement pour mieux comprendre le domaine médical mais également afin de s'informer mutuellement, de donner leur opinion sur leur médecin, de remettre en question certaines pratiques médicales, voire d'entreprendre des poursuites judiciaires. Tel que l'indique Lucas^[3], avec les TIC, les patients « peuvent entrer en contact avec d'autres, en utilisant l'Internet et les réseaux de téléphones portables, pour partager de l'information, demander conseil [...] (traduction libre) ». Dans les pays où la population a largement accès à Internet, comme c'est le cas pour l'Amérique du Nord où 73 % des foyers sont branchés, cette nouvelle attitude du patient est appelée à changer la pratique médicale et pose par le fait même de sérieux défis en formation initiale et en formation continue.

Avec Internet, la connaissance dans le domaine médical n'est plus l'apanage des spécialistes de la santé. Il y a, en quelque sorte, une démocratisation du savoir scientifique et médical, qui affecte de façon profonde la relation traditionnelle entre le patient, jadis profane, et le praticien qui possédait un statut de savant. Fieschi^[4], de même que Denef *et al.*^[5], indiquent que certains patients ont une longueur d'avance sur les médecins quant à l'utilisation d'Internet pour s'informer dans le domaine médical et que, parfois, ils se retrouvent devant leur médecin en ayant plus d'informations que lui sur la maladie dont ils sont atteints. En fait, « avec l'omniprésence d'Internet dans les foyers et la présence grandissante de portails virtuels grand public comme Healthgate et Medecinenet.com, de plus en plus de patients consultent le médecin après avoir navigué sur le Web^[6] ».

Ce changement de rapport entre le patient et le praticien entraîne une remise en question de plus en plus fréquente des pratiques médicales et pourrait même fortement ébranler le statut associé à la profession médicale^[7]. Pour autant, les TIC ne devraient pas être perçues d'emblée comme une menace mais plutôt comme un moyen d'impliquer davantage les patients dans leur propre santé. Broom^[7] indique que certains spécialistes parviennent à s'adapter à l'Internet de façon stratégique. Willmer^[8] soutient pour sa part que l'usage de plus en plus important des TIC, tant par les patients que par les praticiens, permettra *in fine* d'améliorer la qualité des soins offerts aux patients. L'arrivée des TIC donne une place plus importante au partage de l'information et contribue à ce que Fieschi^[4] appelle l'autonomisation du patient (*patient empowerment*). Certaines institutions, comme la Commission européenne, semblent même promouvoir cette nouvelle attitude des patients et y voient une opportunité de les rendre plus responsables de leur propre santé. Les patients mieux informés sont souvent plus enclins à s'impliquer dans la gestion de leur santé : « ils veulent faire partie du processus de décision médicale et demandent de plus en plus à avoir accès à l'information contenue

dans leur dossier médical (traduction libre) »^[4]. Gatzoulis et Iakovidis^[9] parlent de « soins centrés sur le citoyen » (*citizen-centered care*), ce qui suppose une plus grande participation de la part des patients et ce, à tous les niveaux de la pratique médicale (prévention, diagnostic, traitement et suivi).

Deuxième défi : sensibiliser les futurs praticiens aux nombreux avantages des technologies de l'information et de la communication

La présence exponentielle des TIC dans notre société est susceptible d'engendrer de nombreux avantages, tant pour les patients et les médecins que pour l'organisation et la gestion des soins de santé.

Avantages concernant la qualité des interventions et des soins fournis aux patients

Le domaine de la télémédecine – c'est-à-dire de l'exercice des différentes facettes de la pratique médicale (prévention, diagnostic, traitement et suivi) à distance – est de plus en plus populaire. La télémédecine permet aux patients d'interagir plus facilement avec les experts du domaine de la santé et ce, sans devoir se déplacer. Stretcher^[10] démontre l'intérêt des interfaces qui permettent à un patient de communiquer, en direct et en ligne, avec un expert de la santé, 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. Cette technologie pourrait être particulièrement utile pour faciliter la prise en charge ambulatoire des malades isolés, comme les personnes âgées^[11], ou encore des personnes atteintes de maladies chroniques. Duvvuri et Jianhong^[2], Ganapathy^[12], Bulterman^[13] et Fieschi^[4] insistent particulièrement sur les possibilités de télégestion de la santé, tant pour la médecine préventive et diagnostique que pour le suivi des maladies chroniques.

L'initiative de la cybercompagnie Medem Inc. (<http://www.medem.com>) est un exemple d'une telle interface ; elle permet aux patients d'obtenir une consultation en ligne avec un médecin, à tout moment ou presque. Tel que le font remarquer

Norman *et al.*^[14], le développement rapide des technologies interactives en termes de capacité de stockage et de transmission de l'information multiplie donc les possibilités d'intervention entre le patient et le médecin. Alors que, jusqu'à très récemment, les médecins ne disposaient que de systèmes permettant d'avoir accès à des données statiques, il leur est dorénavant possible de consulter, en quelques clics, des données dynamiques, mises à jour en temps réel, et même de communiquer ou de voir le patient pour obtenir des précisions sur ces données.

En fait, la télémédecine fait de plus en plus partie des systèmes de santé de nombreux pays industrialisés comme le Canada, les États-Unis, l'Angleterre, l'Allemagne, la France ou la Norvège^[12]. Le projet européen HERMES^[15] en est un bon exemple.

Pour Ganapathy^[12], la télémédecine a l'avantage de permettre, en quelques secondes, d'avoir l'opinion de divers experts de partout dans le monde afin de trouver la meilleure solution à un problème rencontré. Ganapathy^[12] souligne même que les spécialistes n'auront bientôt plus besoin de se déplacer pour diagnostiquer les problèmes de santé des patients : « Comme la plupart des autres professionnels, le téléspécialiste du futur donnera des conseils à partir de la maison, sans avoir à se déplacer sur de longues distances pour se rendre à l'hôpital. Le personnel hospitalier junior reçoit actuellement des conseils par téléphone, ce qui comporte des limites considérables. Bientôt, grâce à la télémédecine, le consultant senior pourra évaluer le patient et les investigations tout en étant hors de l'hôpital et prendre une décision appropriée. Le patient n'aura plus à attendre la « tournée » du lendemain (traduction libre) »^[12].

Holland, cité par Suarez^[16] souligne d'autres avantages de la télémédecine, comme l'expertise anatomo-pathologique centralisée, la prestation de services ruraux, les soins en milieu hostile ou inhabituel et le suivi des patients à domicile. De plus, des environnements virtuels de télémédecine, qui intègrent la vidéoconférence et l'Internet, permettent non seulement des consultations en temps réel avec

d'autres collègues experts^[17] mais aussi un suivi continu lors de procédures chirurgicales dans des régions éloignées, voire dans d'autres pays. Pour ces raisons, le recours à la télémedecine est de plus en plus répandu, tant pour la formation initiale que pour la formation continue des médecins^[18], particulièrement dans l'enseignement de la chirurgie^[19].

Il existe enfin un nombre croissant d'appareils portatifs qui permettent d'utiliser de nouvelles applications prometteuses. Ces appareils de gestion de l'état de santé peuvent par exemple être équipés de senseurs qui transmettent, sans effort de la part du patient, une série d'informations au spécialiste de la santé. Celui-ci est ainsi en mesure de poser un meilleur diagnostic, voire d'agir si la situation du patient le nécessite. Norman *et al.*^[14] notent que ces appareils portatifs permettent un meilleur suivi du patient, alors que Gatzoulis et Iakovidis^[9] soutiennent qu'ils favorisent des soins personnalisés et un mode de vie orienté vers le diagnostic précoce.

Avantages concernant l'amélioration de l'organisation des soins de santé

Selon Lucas^[3], « il y a un consensus grandissant quant au fait que l'impact des TIC sur les systèmes de santé sera considérable, voire révolutionnaire [...] (traduction libre) ». Plusieurs auteurs soulignent les bienfaits des TIC pour l'organisation des soins de santé. Oh et ses collègues^[20] se sont penchés sur le concept de *eHealth*, qui se rapporte avant tout au lien étroit entre l'organisation du système de santé et les technologies électroniques. Parmi les principaux avantages des TIC pour l'organisation des soins de santé, Haux^[21] ou Duvvuri et Jianhong^[2] remarquent que les TIC permettent surtout l'accès à une multitude d'informations concernant le patient, présentes dans son « dossier informatisé ». Ces informations, disponibles de façon électronique, facilitent ainsi le suivi, la téléconsultation du dossier du patient ou même l'éducation du patient pour qu'il apprenne à mieux connaître sa condition médicale.

Haux^[21] souligne également que les TIC permettent d'évaluer, plus facilement et de façon

plus systématique, les systèmes d'organisation des soins, afin de favoriser la qualité et l'efficacité des soins aux patients. L'explosion technologique aurait aussi permis une meilleure rationalisation des ressources^[12,22]. Pour Fieschi^[4] et Haux^[21], les nouvelles technologies entraînent une vision plus macroscopique du dossier du patient. Le dossier électronique permet de passer d'un système d'information propre à chaque hôpital à un système d'information commun à l'ensemble du réseau des soins de santé.

Troisième défi : amener les futurs médecins à faire usage des technologies de l'information et de la communication pour s'informer, apprendre, se perfectionner

Plusieurs études ont souligné les lacunes des facultés de médecine en ce qui a trait à l'intégration des TIC dans la formation médicale initiale ou continue. Par exemple, Suarez^[16] indique qu'il y a peu de formation ou d'initiation aux TIC appliquées à la santé dans la plupart des cursus de formation initiale en médecine.

Pourtant, plusieurs auteurs^[2,23-27] soutiennent que l'apprentissage de l'utilisation des TIC devrait impérativement faire partie de la formation initiale et continue des médecins car elles sont d'une part, omniprésentes dans leur contexte de travail et, d'autre part, essentielles à l'actualisation des connaissances dans un domaine où le savoir évolue constamment.

Il existe de nombreuses ressources technologiques pouvant être appliquées à la formation des professionnels des sciences de la santé. Mattheos *et al.*^[28] ont tenté de les recenser. On retrouve entre autres les bases de données, l'apprentissage assisté par ordinateur (incluant les animations virtuelles 3D, les jeux didactiques, les simulateurs et le *e-learning*) et les communautés virtuelles. Valcke et De Wever^[24] ou Fieschi^[4] signalent quant à eux que savoir accéder à des ressources en ligne, c'est-à-dire posséder une compétence informationnelle (*information literacy*)^[29], doit aussi faire partie de la formation initiale des futurs médecins.

L'importance de la compétence informationnelle

Avec la multitude de ressources disponibles sur Internet, le concept de compétence informationnelle est remis en exergue, en particulier dans le domaine médical. La compétence informationnelle concerne, entre autres, le fait de connaître et de maîtriser les techniques pour utiliser les divers outils qui facilitent l'accès à l'information (sites Web, bases de données, etc.) afin de trouver des réponses à des problèmes rencontrés^[29]. Kwankam^[30] résume bien l'importance de la compétence informationnelle lorsqu'il indique que la technologie « est devenue indispensable aux travailleurs de la santé, puisque le volume et la complexité des connaissances et de l'information ont dépassé les capacités des professionnels de la santé à fonctionner de façon optimale sans l'aide d'outils de gestion de l'information (traduction libre) ». Les résultats des travaux de Kisilowska^[31] ou de Bennett *et al.*^[32] illustrent l'importance de développer la compétence informationnelle chez les futurs médecins. En effet, les conclusions de leurs travaux indiquent que les difficultés rencontrées par les praticiens qui cherchent de l'information sur Internet sont doubles. Elles concernent, d'une part, la quantité phénoménale d'informations qu'il est possible de trouver sur un thème et, d'autre part, les difficultés à trouver des informations plus spécifiques sur d'autres sujets.

La compétence informationnelle est d'autant plus nécessaire que les futurs médecins évoluent de plus en plus dans un contexte de mutation par rapport au savoir : « en médecine, on n'apprend plus uniquement du professeur et du livre. Internet est maintenant pour beaucoup la première source d'accès à la connaissance [...] »^[6]. Les TIC fournissent donc déjà des solutions pour répondre au besoin grandissant d'information et de partage du savoir pour les praticiens actuels et les futurs médecins. Les TIC permettent avant tout aux spécialistes actuels et en devenir d'être mieux informés et de communiquer entre eux plus facilement. Une étude de Bennett *et al.*^[32], effectuée auprès de quelque 3347 médecins, montrait d'ailleurs que presque tous avaient accès à Internet et que la plupart considéraient cet

outil comme important pour améliorer la qualité des soins fournis au patient. L'usage le plus fréquent est de loin la recherche d'information (sur les dernières recherches, sur une maladie particulière ou encore sur un problème particulier rencontré par un patient).

Les bases de données et sites Web de référence

Selon Kwankam^[30], les bases de données sont aujourd'hui essentielles pour que le professionnel de la santé puisse trouver rapidement l'information pertinente par rapport à la situation qui l'intéresse. Parmi les nombreuses bases de données, Medline, en tant que base documentaire scientifique bio-médicale de référence, est probablement la plus utilisée^[28]. De plus en plus de références scientifiques sont également disponibles sur Internet, sans enfreindre le droit d'auteur. De nombreuses initiatives telles PLoS ou BioMed Central participent à ce partage de la connaissance scientifique dans le domaine médical. Ces initiatives, jumelées à des mouvements comme le *Directory of Open Access Journals* (qui indexe actuellement plus de 3000 revues) ou encore les licences de droit d'auteur plus flexibles comme celles adhérant à *Creative Commons* ou *Science Commons* facilitent l'accès et le partage d'un plus grand nombre de ressources via Internet.

La littérature scientifique fait également état de répertoires ou de sites indexés contenant des objets d'apprentissage (*learning repositories*) qui constituent des ressources fort précieuses pour les apprenants^[33]. Ces répertoires d'objets d'apprentissage permettent aux formateurs de retracer facilement différents matériels didactiques utiles pour leur enseignement. MERLOT (*Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*, <http://www.merlot.org/>) est l'un des plus importants répertoires d'objets d'apprentissage). Il s'agit d'une ressource gratuite et exempte de droit d'auteur, créée principalement pour les formateurs et les étudiants de l'université. Ce site propose notamment des supports didactiques évalués par les pairs : animations, plans de leçons,

évaluations, *etc.* En médecine, le site MedEdPORTAL de l'Association of American Medical Colleges (AAMC) permet également le partage de ressources éducationnelles et connaît une popularité croissante depuis sa création en 2004^[34].

Des sites Web spécialisés constituent des portails donnant accès à des ressources capitales dans le cadre d'une recherche d'information. Plusieurs institutions de formation dans le champ de la médecine ont ainsi créé des sites qui contiennent une grande variété d'informations. C'est, par exemple, le cas de la *Tufts University School of Medicine* de Boston (<http://www.tufts.edu/med/>), du centre médical de l'Université du Nebraska (www.unmc.edu), de l'Université de Stanford (<http://summit.stanford.edu/cqi/>), de l'Université catholique de Louvain (<http://www.md.ucl.ac.be>), de l'Université Bordeaux II (<http://www.apprentoile.u-bordeaux2.fr/>)^[6] ou du consortium institutionnel francophone regroupé sous l'égide de l'Université numérique francophone des sciences de la santé et du sport (<http://www.unf3s.org/>). De tels sites facilitent également la collaboration interuniversitaire en pédagogie médicale^[19].

Toutes ces ressources mettent sur Internet, à disposition des étudiants et des enseignants du domaine de la santé, un contenu varié et de qualité, accessible à tout moment dès lors que l'on dispose d'un ordinateur et d'un fournisseur d'accès à Internet. Néanmoins, tel que le soulignent avec raison Valcke et De Wever^[24], aucune évaluation scientifique démontrant l'efficacité de ces ressources n'a encore été publiée.

Les animations 3D et les jeux instructifs

La présentation visuelle de l'information est fondamentale dans l'acquisition de certaines connaissances médicales. Des représentations graphiques élaborées peuvent faciliter les apprentissages, en particulier dans des contextes de téléenseignement où le formateur n'est pas présent pour commenter l'image^[24]. Les animations en trois

dimensions (3D) sont des exemples de ces représentations. John^[35] précise que les animations 3D sont particulièrement utilisées dans les cours d'anatomie et que plusieurs études ont montré qu'elles ont un impact positif sur l'apprentissage, lorsqu'elles sont combinées avec d'autres types de supports didactiques (textes, clips vidéos, *etc.*). Il n'est donc pas surprenant que de plus en plus de facultés de médecine utilisent les animations 3D sur le Web dans le cadre de la formation médicale initiale. De plus, comme l'indique John^[35], l'émergence de nouveaux standards et la constitution d'une communauté d'utilisateurs très active sont des éléments de bon augure pour les futures applications 3D disponibles sur le Web et dédiées à la formation médicale initiale ou continue.

Plusieurs jeux sur ordinateur, visant à favoriser l'apprentissage de connaissances médicales, sont aussi disponibles. Bien que les recherches soient relativement limitées dans ce domaine, Valcke et De Wever^[24] soulignent que de telles innovations possèdent un potentiel éducatif intéressant puisque les apprenants sont confrontés à des situations complexes où ils doivent appliquer les connaissances apprises, émettre des hypothèses (souvent diagnostiques) et les tester afin de recevoir un *feedback* immédiat. Le projet porté par Nosek *et al.*^[36] est un bon exemple de jeu didactique sur Internet destiné tout particulièrement aux étudiants intéressés par la génétique et le cancer (<http://casemed.case.edu/cancergenetics>).

Les simulateurs virtuels

Comme l'indique Harden^[35], les simulateurs sur ordinateur ont connu, au cours des dernières années, un développement fulgurant dans le domaine médical. Selon lui, ils sont à la fois très efficaces sur le plan éducatif et très complémentaires de la formation en contexte de pratique. Les simulations facilitent notamment l'apprentissage « par l'apport de rétroaction efficace, de pratique répétitive, d'une variété de niveaux de difficulté, de multiples stratégies d'apprentissage, de variabilité clinique, d'un

environnement d'apprentissage contrôlé et d'un apprentissage individualisé (traduction libre) »^[37].

Les simulateurs virtuels ont surtout été mis en place pour diminuer les erreurs médicales^[38]. L'expérience menée par Doiron et Isaac^[39] est un bon exemple de simulation créée afin de tenter de diminuer les erreurs médicales des médecins en formation. Leur projet avait pour but de reproduire, par le biais d'un jeu de rôle en ligne, une salle d'urgence où l'apprenant doit prendre des décisions rapides, tout en s'occupant de stabiliser l'état du patient ou de réaliser un diagnostic.

L'ensemble de la brève littérature scientifique sur les simulateurs virtuels montre, de façon indéniable, l'avantage de cet usage des TIC pour la formation médicale^[40,41]. Néanmoins, tel que le font remarquer Valcke et De Wever^[24], cela est particulièrement le cas : a) lorsque la formation s'adresse à des débutants et b) lorsque les habiletés technologiques requises ne constituent pas un frein à l'usage du simulateur virtuel. À nouveau, ceci plaide, selon nous, en faveur de la nécessité de présenter de telles innovations dans le cadre de la formation initiale des futurs médecins.

L'e-learning

Le développement de tutoriels adaptés aux capacités actuelles d'Internet a donné lieu au concept d'*e-learning*. L'*e-learning* ne se résume pas simplement à de l'information disponible en format électronique sur Internet. Il s'agit plutôt, selon Ellaway^[42], d'une approche pédagogique qui se veut flexible, centrée sur l'apprenant et qui encourage les interactions (enseignant-enseignant, enseignant-étudiant, étudiant-étudiant), la collaboration et la communication. Selon Muirhead^[43], Harden^[37], Jones *et al.*^[44] et Chryssafidou et Arvanitis^[45], l'introduction de l'*e-learning* en formation initiale et continue représente un des grands défis des facultés de médecine. Une méta-analyse réalisée par Cook^[46] regroupe plus de 200 études comparant l'apprentissage effectué sur Internet à partir de tels dispositifs d'*e-learning* à celui

effectué en l'absence d'intervention pédagogique ou à l'apprentissage à partir des ressources conventionnelles sans l'aide d'Internet. Il en ressort que « l'enseignement sur Internet est associé à des effets favorables pour une grande variété d'étudiants, de contextes d'apprentissage, de sujets cliniques et de résultats d'apprentissage. L'enseignement sur Internet semble avoir un effet important lorsque comparé avec une absence d'intervention et semble avoir une efficacité comparable aux méthodes traditionnelles (traduction libre) »^[47]. Plusieurs autres études ont montré les nombreux avantages associés aux systèmes d'apprentissage interactif en ligne. AlRawahi^[48] note que la flexibilité de ces programmes permet aux étudiants d'apprendre à leur rythme, à partir de l'endroit qu'ils souhaitent et souvent de la façon qui leur sied le mieux. Plusieurs auteurs^[49-54] citent aussi comme avantages la possibilité de transmettre du contenu de haute qualité, d'offrir un soutien à la formation continue ou postgraduée et de multiplier les possibilités de communication pendant l'apprentissage. La communication accrue est effectivement un autre des avantages majeurs de l'*e-learning*. Castel *et al.*^[55] soulignent par exemple qu'« avec une plus grande portée que l'apprentissage à distance conventionnel, et profitant de l'interactivité entre les étudiants et les enseignants dans une communauté virtuelle et dans l'environnement hypertexte et hypermédia, l'*e-learning* est devenu un outil utile et largement accepté pour [...] les programmes de formation et de développement professionnel continu (traduction libre) ». D'autres auteurs concluent que de tels systèmes ont un impact important sur l'habileté des futurs médecins à générer des hypothèses^[56], à développer leur pensée critique^[57,58], à accroître leur niveau de réflexivité sur la pratique^[59], à développer leurs stratégies métacognitives^[60] et à raffiner leur diagnostic de cas cliniques présentés^[61]. Certains pensent même que de tels systèmes puissent procurer des facilités aux formateurs universitaires, par exemple en améliorant leurs habiletés à évaluer les étudiants en stage^[62].

Tel que le souligne Harden^[37], il semble inévitable que les étudiants de médecine de demain

seront de plus en plus appelés à apprendre en ligne, bien qu'il soit difficile de prédire exactement les futures formes que prendra l'*e-learning*. D'ailleurs, des études réalisées bien avant 2002 montraient déjà que les étudiants des facultés de médecine étaient prêts à apprendre à distance^[63]. Il faudra cependant remédier au manque évident d'évaluation des expériences mises en place^[6] et clarifier les conditions à réunir – quand et comment – pour que l'*e-learning* puisse être utilisé de façon optimale^[46].

Les communautés virtuelles

Les cédéroms, bases de données et sites Web de ressources sont importants pour la formation médicale. Néanmoins, ils limitent en général l'interaction entre l'utilisateur et l'interface. Plusieurs études ont montré que le fait d'ajouter un dispositif de communication à l'information disponible engendre des résultats positifs, en particulier dans le domaine de l'enseignement médical^[24,64]. Ainsi, en plus de permettre l'accès à de nombreuses ressources, les TIC facilitent aussi une mutualisation des connaissances, voire le « réseautage » des futurs médecins ou des praticiens. D'après Fillion-Carrière *et al.*^[22], les TIC favoriseraient ainsi davantage l'échange d'informations « entre les chercheurs et les praticiens puisque la littérature scientifique est beaucoup plus accessible et que les communications entre professionnels ainsi que le partage d'expertise sont simplifiés ».

Il existe plusieurs communautés virtuelles de professionnels intéressés par des thématiques particulières et qui échangent régulièrement via le réseau Internet. On retrouve de plus en plus de blogs, sites d'individus mis à jour régulièrement, qui permettent aux personnes intéressées de lire et de répondre à des messages affichés. Par exemple, les blogs *sciencercoll.com*, *clinicalcases.org*, *healthcarebloglaw.blogspot.com* ou *askdrwiki.com*, primés à de nombreuses reprises, ont été visités par des millions de personnes. Il s'agit de sites qui s'adressent tant aux étudiants en médecine qu'aux praticiens en exercice. Ces ressources leur permettent d'échanger au sujet des meilleures pratiques, des meilleurs

sites, des dernières découvertes ou des derniers traitements, dans le but d'améliorer leurs pratiques. Zobitz *et al.*^[65] ont montré les retombées positives d'une expérience, réalisée à la *Mayo Medical School*, qui consistait à mettre en place une communauté virtuelle pour faciliter les échanges entre futurs médecins mais aussi entre l'équipe de formateurs et les étudiants. Le recours à de tels sites spécialisés constitue ainsi l'une des manières de suivre la croissance exponentielle de l'information liée au domaine médical ; c'est aussi un moyen de solliciter des compétences individuelles et collectives pour trouver des solutions à des problèmes liés à la santé^[30].

Deux autres outils couramment utilisés sont la liste de discussion et la liste de diffusion électronique. Les listes de discussions sont, en général, réservées à de plus petits groupes puisqu'elles permettent les échanges entre les participants. Les travaux de De Wever *et al.*^[23] ont montré que l'usage de groupes de discussion électronique durant les stages réalisés par de futurs médecins favorisait la construction du savoir, un plus haut niveau de réflexion, de même que le développement de la pensée critique. Les listes de diffusion, quant à elles, s'adressent à de plus grands groupes puisqu'elles ne permettent pas aux abonnés d'échanger mais plutôt uniquement de recevoir de l'information. Selon Castel *et al.*, il a été démontré que de telles listes « sont très utiles pour apporter de l'information qui, sinon, resterait inaccessible aux professionnels travaillant dans des milieux moins développés (traduction libre) »^[55].

Quatrième défi : changer les pratiques en pédagogie médicale

L'implantation des TIC dans la pratique de la pédagogie médicale, en milieu universitaire ou hospitalier, représente un défi de taille. Dans le domaine plus large de la pédagogie universitaire et des TIC, les références et les publications sont nombreuses sur les enjeux à considérer pour favoriser un tel changement^[26,66]. La littérature scientifique dans

le domaine de l'enseignement universitaire semble indiquer qu'il existe en quelque sorte un dilemme cornélien auquel font face les formateurs universitaires : « faut-il que le contenant (méthode d'enseignement) s'adapte au véhicule (technologie) ou que le véhicule s'adapte au contenant »^[22]. Les recherches actuelles dans le domaine de la pédagogie universitaire semblent montrer que la pédagogie doit être la principale priorité et que c'est à la technologie de s'adapter. Néanmoins, de récentes études montrent aussi que la pédagogie peut évoluer lorsqu'elle est en contact avec de nouvelles technologies. Les TIC deviennent donc, dans certains contextes et selon des usages précis, des catalyseurs de changement en pédagogie universitaire. L'expérience de Nosek *et al.*^[67] est un bon exemple d'une situation où les technologies ont servi de catalyseur à l'innovation dans les pratiques pédagogiques. Leur expérience fait état de formateurs qui souhaitaient rendre l'apprentissage plus actif, tout en étant confrontés à de grands groupes. L'usage de téléviseurs par les participants durant les cours magistraux a su favoriser l'apprentissage actif et un intérêt accru des étudiants. De surcroît, leur étude montre une amélioration de la performance des futurs médecins (lors d'examens officiels) après avoir participé à une telle expérience.

Si l'on souhaite que les TIC soient « à même de modifier les pratiques des médecins de terrain et le comportement des patients face à leur maladie [...] et par là, un vecteur de l'amélioration de la qualité des soins et de la prévention des maladies^[5] », il serait avantageux de faire usage des TIC durant la formation pratique des futurs médecins^[68]. Ceci leur permettrait d'apprendre à se servir des TIC pour leurs besoins académiques, pour communiquer avec les superviseurs universitaires mais aussi pour améliorer les soins fournis aux patients lors de leurs séjours en milieux de pratique. Certains vont même jusqu'à proposer un système de gestion, en ligne, du curriculum de formation^[69].

D'autres chercheurs pensent que l'usage du portfolio électronique (*e-portfolio*) serait susceptible d'amener le futur praticien à faire usage des TIC,

non seulement pour apprendre, mais aussi démontrer la qualité du travail réalisé^[70]. Les *e-portfolios* sont de plus en plus utilisés, non seulement dans le cadre de la formation universitaire, mais également en milieux de pratique. Ils sont également, selon plusieurs, des moyens à la fois créatifs et efficaces pour organiser, résumer, présenter et partager de l'information inhérente à l'enseignement ou à l'apprentissage de la profession médicale, voire au développement personnel et professionnel d'un individu. Selon Lewis et Baker^[70], l'usage du *e-portfolio* peut donc servir de catalyseur à l'usage des TIC dans la pratique de la médecine.

Bien que les bénéfices de l'utilisation des TIC dans l'enseignement aient été largement soulignés dans d'autres contextes^[71], ils l'ont beaucoup moins été dans le domaine de la pédagogie médicale^[24]. En effet, très peu d'expériences sont documentées comme celle de Lu et Lajoie^[72] afin de montrer que le contexte de collaboration favorise, par exemple, le processus de prise de décision lors de la pratique de la médecine. Lau et Bates^[73] notent qu'il en est de même pour la vidéoconférence dans l'éducation médicale, domaine pourtant largement documenté dans la littérature scientifique dans d'autres contextes.

Conclusion

Cette revue de la littérature a présenté les principaux défis engendrés par les technologies de l'information et de la communication sur l'éducation médicale et la pratique de la médecine. Le premier défi présenté est celui de mieux préparer les futurs médecins à l'évolution du comportement des patients, de plus en plus utilisateurs de ces technologies et qui, parfois, semblent mieux informés sur leur maladie que ne l'est le praticien. Dans un contexte nord-américain où la très grande majorité des foyers a accès à Internet, cette nouvelle attitude du patient est appelée à transformer la pratique médicale et les futurs médecins doivent être préparés à cette nouvelle réalité. Pour le praticien, il s'agit de se servir de ces nouvelles habitudes comme levier afin de rendre le patient plus responsable de sa santé. La littérature

se réfère de plus en plus au concept d'autonomisation du patient même si, comme Haux^[21] l'indique, « l'autonomisation du patient en est encore à ses débuts (traduction libre) ».

Le deuxième défi, intimement lié au premier, est celui de sensibiliser les futurs praticiens aux nombreux avantages que comportent les TIC pour améliorer la qualité des interventions et des soins fournis aux patients mais aussi pour mieux organiser le système des soins de santé. Le développement exponentiel des TIC dans notre société devrait être perçu comme un avantage important qui pourrait permettre aux médecins d'améliorer leur relation avec leurs patients, de même que la qualité des soins prodigués. Les exemples de la télémedecine et des communautés virtuelles de pratique ne sont que quelques-uns des nombreux avantages que permettent les TIC afin d'améliorer la qualité de la pratique médicale. Lucas^[3] précise que les TIC ont aussi un impact majeur sur l'organisation du système de santé. Il semble donc nécessaire que les futurs praticiens soient bien préparés aux changements à venir, afin d'en tirer profit dans le but d'améliorer la qualité des soins prodigués.

Amener les futurs médecins à faire usage des TIC pour s'informer, apprendre et se perfectionner constitue le troisième défi présenté. Dans ce contexte, la nécessité de développer une compétence informationnelle est notamment soulignée. Elle est décrite comme une habileté devant impérativement faire partie de la formation de tout médecin. La question de l'*e-learning* est également abordée puisque plusieurs recherches indiquent que ce mode d'enseignement constitue l'avenir de la formation médicale initiale ou continue. Le rôle des simulateurs virtuels, des animations 3D, des ressources et des communautés virtuelles a été brièvement abordé puisque ces innovations sont importantes dans le domaine de l'éducation médicale. Il est essentiel d'initier les futurs médecins à leur usage, mais aussi aux impacts de ces technologies sur la pratique médicale.

Changer les pratiques en pédagogie médicale constitue le quatrième et dernier défi relevé dans la littérature scientifique. L'arrivée massive des

technologies dans la société n'influence pas seulement les habitudes du patient mais aussi celles des médecins en devenir. La pratique de la pédagogie médicale doit donc s'adapter. L'idée n'est pas d'opposer pédagogie et technologie comme plusieurs l'ont fait^[22] mais plutôt d'adapter les technologies aux besoins pédagogiques, tout en étant conscient de l'effet novateur des technologies sur les pratiques d'enseignement.

Il est également essentiel de signaler à nouveau que les défis engendrés par les TIC en éducation médicale et dans la pratique de la médecine sont encore peu documentés sur le plan scientifique^[24,74]. Comme le font remarquer Lau et Bates^[73], le manque de détails méthodologiques, la petite taille des échantillons – l'étude de Nakamura et Lajoie^[56] qui n'impliquait que 16 participants reflète bien cette lacune – et les technologies spécifiques étudiées rendent souvent impossible la généralisation des quelques études réalisées à d'autres contextes. Letterie^[75] et Valcke et De Wever^[24] sont plus critiques et dénoncent plutôt l'absence d'études scientifiques en mesure de démontrer clairement les bienfaits de l'apprentissage avec les TIC : « Il n'y a pas d'études comparatives [...] démontrant un avantage clair [...] au-delà de ce que documentent les études descriptives ; davantage d'études évaluatives des outils liés permis par les TIC sont requises, centrées sur l'efficacité et l'impact sur l'apprentissage des étudiants (traduction libre) ». Une telle attitude ne signifie pas qu'il faille mettre en doute les nombreux avantages potentiels du recours aux TIC dans le cadre des dispositifs d'éducation médicale mais vise seulement à dénoncer le déficit actuel de recherches scientifiques dans ce domaine, comme si les acteurs de l'éducation médicale étaient plus préoccupés par la mise en place d'innovations que par leur évaluation systématique.

Contributions

Thierry Karsenti et Bernard Charlin ont procédé en commun à la revue de littérature et à la rédaction du manuscrit.

Références

1. Heath C, Luff P, Svensson MS. Technology and medical practice. *Sociol Health Illn* 2003;25:75-96.
2. Duvvuri VR, Jianhong W. Information and communication technology developments in asthma management: a systematic review. *Indian J Med Sci* 2007;61:221-41.
3. Lucas H. Information and communications technology for future health systems in developing countries. *Soc Sci Med* 2008;66:2122-32.
4. Fieschi M. Information technology is changing the way society sees health care delivery. *Int J Med Inform.* 2002;66:85-93.
5. Deneff JF, Lebrun M, Donckels F. Télé-formation, télé-médecine, e-... mythe ou réalité? *Louvain Médical* 2003;122:S335-42.
6. Karsenti T. Conditions d'efficacité des formations ouvertes ou à distance (FOAD) en pédagogie universitaire. *Pédagogie Médicale* 2003;4:223-34.
7. Broom A. Medical specialists' accounts of the impact of the Internet on the doctor/patient relationship. *Health (London)* 2005;9:319-38.
8. Willmer M. How nursing leadership and management interventions could facilitate the effective use of ICT by student nurses. *J Nurs Manag* 2007;15:207-13.
9. Gatzoulis L, Iakovidis I. Wearable and portable eHealth systems. Technological issues and opportunities for personalized care. *IEEE Eng Med Biol Mag* 2007;26:51-6.
10. Strecher V. Internet methods for delivering behavioral and health-related interventions (eHealth). *Annu Rev Clin Psychol* 2007;3:53-76.
11. Magnusson L, Elizabeth H, Borg M. A literature review study of Information and Communication Technology as a support for frail older people living at home and their family careers. *Technol Disabil* 2004;16:223-35.
12. Ganapathy K. Telemedicine and neurosciences. *J Clin Neurosci* 2005;12:851-62.
13. Bulterman D. The ambulant annotator: Medical multimedia annotations on tablet PCs. In: Richards G, editor. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2003. Chesapeake, VA: AACE 2003:2083-6.
14. Norman GJ, Zabinski MF, Adams MA, Rosenberg DE, Yaroch AL, Atienza AA. A review of eHealth interventions for physical activity and dietary behavior change. *Am J Prev Med* 2007;33:336-45.
15. Casalino N. High transfer rate medical and educational services by satellite. A successful experience of an European project. In: Cantoni L, McLoughlin C, editors. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*; 2004. Chesapeake, VA: AACE; 2004:4705-12.
16. Suarez C. La télé-médecine : quelle légitimité d'une innovation radicale pour les professionnels de santé ? *Revue de l'IRES* 2002;39:1-29.
17. Loke Jennifer CF. Computer mediated conferencing – a hope or hype for healthcare education in higher learning?: A review of the literature. *Nurse Educ Today* 2007;27:318-24.
18. De Gara C, Boora R. Using Elluminate as a simple solution for telehealth initiatives for continuing medical education. In: Reeves T, Yamashita S, editors. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2006. Chesapeake, VA: AACE. 2006:476-80.
19. Sargeant JM. Medical education for rural areas: opportunities and challenges for information and communications technologies. *J Postgrad Med* 2005;51:301-7.
20. Oh H, Rizo C, Enkin M, Jadad A. What is eHealth (3): A systematic review of published definitions. *J Med Internet Res* 2005;7:e1. [On-line] Disponible sur : <http://www.jmir.org/2005/1/e1/>
21. Haux R. Preparing for change: medical informatics international initiatives for health care and biomedical research. *Comput Methods Programs Biomed* 2007;88:191-6.
22. Fillion-Carrière M, Harvey D. État de la situation en formation médicale continue à distance en Amérique du Nord. *Distances* 2003;6:51-72.
23. De Wever B, Van Winckel M, Valcke M. Discussing patient management online: the impact of roles on knowledge construction for students interning at the paediatric ward. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 2008;13:25-42.
24. Valcke M, De Wever B. Information and communication technologies in higher education: evidence-based practices in medical education. *Med Teach* 2006;28:40-8.
25. Stromso HI, Grottum P, Hofgaard Lycke K. Changes in student approaches to learning with the introduction of computer-supported problem-based learning. *Med Educ* 2004;38:390-8.
26. Karsenti T, Larose F (Eds.). *Les TIC... au cœur des pédagogies universitaires*. Québec: Presses de l'Université du Québec, 2001.

27. Hagdrup NA, Edwards M, Carter YH, Falshaw M, Gray RW, Sheldon MG. Why? What? and How? IT provision for medical students in general practice. *Med Educ* 1999;33:537-41.
28. Matthews N, Stefanovic N, Apse P, Attstrom R, Buchanan J, Brown P, et al. Potential of information technology in dental education. *Eur J Dent Educ* 2008;12:85-92.
29. Eisenberg M, Lowe CA, Spitzer KL. Information literacy : essential skills for the information age. 2nd ed. Westport, CT: Libraries Unlimited; 2004.
30. Kwankam SY. What e-Health can offer. *Bull World Health Organ* 2004;82:800-2.
31. Kisilowska M. Knowledge management prerequisites for building an information society in healthcare. *Int J Med Inform* 2006;75:322-9.
32. Bennett NL, Casebeer LL, Kristofco RE, Strasser SM. Physicians' Internet information-seeking behaviors. *J Contin Educ Health Prof* 2004;24:31-8.
33. Paquette G, Rosca I. Organic aggregation of knowledge objects in educational systems. *Can J Learning Technol* 2002;28:11-26.
34. Reynolds RJ, Candler CS. MedEdPORTAL: educational scholarship for teaching. *J Contin Educ Health Prof* 2008;28:91-4.
35. John NW. The impact of Web3D technologies on medical education and training. *Computers Educ* 2007;49:19-31.
36. Nosek T, Cohen M, Matthews A, Papp K, Wolf N, Wrenn G, Sher A, Coulter K, Wiesner G. Next generation computer assisted instruction: A serious gaming/immersion environment for medical education. In: Reeves T, Yamashita S, editors. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2006: Chesapeake, VA: AACE. 2006. pp. 1377-82.
37. Harden RM. Trends and the future of postgraduate medical education. *Emerg Med J* 2006;23:798-802.
38. Lane JL, Slavin S, Ziv A. Simulation in medical education: A review. *Simulation & Gaming* 2001;32:297-314.
39. Doiron G, Isaac JR. Developing online emergency room case study role play for medical students. In: Richards G, editor. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2002: Chesapeake, VA: AACE. 2002:262-7.
40. Brutlag P, Youngblood P, Ekorn E, Zary N, Fors U, Dev P, Gesundheit N. (2006). Case-Ex: Examining the applicability of web-based simulated patients for assessment in medical education. In: Reeves T, Yamashita S, editors. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2006: Chesapeake, VA: AACE. 2006:1869-70.
41. Medélez Ortega E, Burgun A, Le Beux P. Designing a collaborative and multimedia learning environment for medical simulation-based training. In: Richards G, editor. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2003: Chesapeake, VA: AACE. 2003:1336-43.
42. Ellaway R, Masters K. AMEE Guide 32: e-Learning in medical education Part 1: Learning, teaching and assessment. *Med Teach* 2008;30:455-73.
43. Muirhead RJ. E-learning: Is this teaching at students or teaching with students? *Nurs Forum* 2007;42:178-84.
44. Jones R, Skirton H, McMullan M. Feasibility of combining e-health for patients with e-learning for students using synchronous technologies. *J Adv Nurs* 2006;56:99-109.
45. Chryssafidou E, Arvanitis T. E-health and learning: Developing e-learning seminars with an Evidence Based Medicine (EBM) approach for medical practitioners in Bangladesh. In: Richards G, editor. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2004: Chesapeake, VA: AACE. 2004:1139-45.
46. Cook DA. The failure of e-learning research to inform educational practice, and what we can do about it. *Med Teach* 2009;31:158-62.
47. Cook DA, Levinson AJ, Garside S, Dupras DM, Erwin PJ, Montori VM. Internet-based learning in the health professions: a meta-analysis. *JAMA* 2008;300:1181-96.
48. AlRawahi Z. Cognitive styles and medical students' learning. In: Richards G, editor. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2002: Chesapeake, VA: AACE. 2002:83-90.
49. Kunnath M. Re-designing and building the final version of MDI 211 course on telemedicine for the University of California medical informatics program. In: Reeves T, Yamashita S, editors. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2006: Chesapeake, VA: AACE. 2006:1287-94.
50. Heywood B, Diers M, Heywood L. Medical education: an enhanced BlackBoard course. In: Reeves T, Yamashita S, editors. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2006: Chesapeake, VA: AACE. 2006:57-9.

51. Relan A, Krasne S. Medical students' perceptions of a course management system in facilitating learning and performance. In: Kommers P, Richards G, editors. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2005: Chesapeake, VA: AACE. 2005:3604-3609.
52. Seelinger T, Frush K. Color coding reduces medical error: e-learning and the blended approach. In: Richards G, editor. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2002: Chesapeake, VA: AACE. 2002:2150-3.
53. Haigh J. Information technology in health professional education: why IT matters. *Nurse Educ Today* 2004;24:547-52.
54. Ruiz JG, Mintzer MJ, Leipzig RM. The impact of E-learning in medical education. *Acad Med* 2006;81:207-12.
55. Castel JM, Figueras A, Vigo JM. The internet as a tool in clinical pharmacology. *Br J Clin Pharmacol* 2006;61:787-90.
56. Nakamura C, Lajoie S. Can clinical reference tools support medical students during hypothesis generation? In: Reeves T, Yamashita S, editors. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2006: Chesapeake, VA: AACE. 2006:2240-4.
57. Johnson D, Brose J, Balazs K, DeMott A. Dermatology web: Developing an instructional web module for problem-based learning across a medical education continuum. In: Lassner D, McNaught C, editors. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*; 2003: Chesapeake, VA: AACE. 2003:3097-8.
58. Kumta S, Tsang P, Hung L, Cheng J. Fostering critical thinking skills through a web-based tutorial programme for final year medical students – A randomized controlled study. *J Educational Multimedia and Hypermedia* 2003;12:267-73.
59. Punja Z. Enculturing reflective practice in the education-service divide in medical education. In: Reeves T, Yamashita S, editors. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2006: Chesapeake, VA: AACE. 2006:2300-5.
60. McDonald C, McDonald M. Web-base Instructional Design (WEB-BID) enhances education and training in the biomedical sciences. In: Lassner D, McNaught C, editors. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*; 2003: Chesapeake, VA: AACE. 2003:2456-9.
61. Cheng Y, Chen L, Chen J, Huang Y, Lin C. A multimedia teaching case learning system for medical education. In: Lassner D, McNaught C, editors. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*; 2003: Chesapeake, VA: AACE. 2003:369-72.
62. George J, Bruning R, Gusic M, Gingrich D, Corson J. A web-based tool to enhance evaluation skills of community-based medical school faculty. In: Reeves T, Yamashita S, editors. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2006: Chesapeake, VA: AACE. 2006:1198-203.
63. Akinyemi A. Information technology and medical students at Sultan Qaboos University. In: Richards G, editor. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2002: Chesapeake, VA: AACE. 2002:2535-6.
64. Vafa S. A case study of a medical course utilizing course management software features to foster efficient communication and interaction among faculty, course coordinators, and students. In: Reeves T, Yamashita S, editors. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2006: Chesapeake, VA: AACE. 2006:1489-94.
65. Zobitz P, Rethlefsen M, Segovis C, Norgan A, Philip C, Adekola B, Kitsteiner J. Social networking goes to medical school: The creation of an online community to facilitate faculty-student interaction. In: Reeves T, Yamashita S, editors. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2006: Chesapeake, VA: AACE. 2006:1014-20.
66. Depover C, Karsenti T, Komis V. Enseigner avec les technologies. Québec: Presses de l'Université du Québec, 2007.
67. Nosek T, Wang W, Medvedev I, Wile M, O'Brien T. Use of a computerized audience response system in medical student teaching: Its effect on active learning and exam performance. In: Reeves T, Yamashita S, editors. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2006: Chesapeake, VA: AACE. 2006:2245-50.
68. Ward R, Moule P. Supporting pre-registration students in practice: A review of current ICT use. *Nurse Educ Today* 2007;27:60-7.

69. Nosek T, Medvedev I. A comprehensive eCurriculum Management System (eCMS) for a new self-directed medical curriculum. In: Reeves T, Yamashita S, editors. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*; 2006: Chesapeake, VA: AACE. 2006:2959-64.
70. Lewis KO, Baker RC. The development of an electronic educational portfolio: an outline for medical education professionals. *Teach Learn Med* 2007;19:139-47.
71. Henri F, Lundgren-Cayrol K. *Apprentissage collaboratif à distance. Pour comprendre et concevoir les environnements d'apprentissage virtuels*. Québec: Presses de l'Université du Québec, 2001.
72. Lu J, Lajoie S. Facilitating medical decision making with collaborative tools. In: Kommers P, Richards G, editors. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*; 2005: Chesapeake, VA: AACE. 2005:2062-6.
73. Lau F, Bates J. A review of e-learning practices for undergraduate medical education. *J Med Syst* 2004 ;28:71-87.
74. Willmer M. Promoting practical clinical management learning: the current situation about Information and Communications Technology capability development in student nurses. *J Nurs Manag* 2005;13:467-76.
75. Letterie GS. Medical education as a science: the quality of evidence for computer-assisted instruction. *Am J Obstet Gynecol* 2003;188:849-53.
-
- Correspondance et offprints : Thierry Karsenti, Faculté des sciences de l'éducation, Université de Montréal.
Mailto : thierry.karsenti@umontreal.ca ou Bernard Charlin, CPASS, Faculté de Médecine, Université de Montréal.
Mailto : bernard.charlin@umontreal.ca