

**The Future of Medical Education in Canada/
L'Avenir de l'éducation médicale au Canada (AFMC)**

Environmental Scan Project / Projet Volet « analyse environnementale »*
Wilson Centre for Research in Education, University of Toronto
Centre de pédagogie appliquée aux sciences de la santé, Université de Montréal

National Literature Reviews
Revue de littérature nationales



for Research in Education, University of Toronto

Centre de pédagogie appliquée aux sciences de la santé



***A Health Canada funded project / Un projet subventionné par Santé Canada, Dec 2008**

Karsenti, Thierry, MA, MEd, PhD

Enseignement et pratique de la médecine : quels sont les principaux défis engendrés par les technologies de l'information et de la communication (TIC)

Résumé

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) engendrent quatre défis principaux pour l'éducation médicale. Le premier concerne une meilleure préparation des futurs médecins à l'évolution du comportement des patients branchés sur internet, qui en connaissent beaucoup plus sur leur condition et sur le domaine médical. Le second consiste à sensibiliser les médecins aux nombreux avantages des TIC, tant au plan de la qualité des interventions et des soins fournis aux patients qu'à l'amélioration de l'organisation des soins de santé. Le troisième défi est d'amener les futurs médecins à faire usage des TIC pour s'informer, apprendre et se perfectionner. Ceci implique le développement de la compétence informationnelle (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 en pratique. Finalement, le dernier défi est de changer les pratiques en éducation médicale, en milieu universitaire ou hospitalier.

Thèmes majeurs identifiés:

La présence exponentielle des TIC dans notre société, loin de n'être qu'un fléau pour la pratique et l'enseignement de la médecine, devrait plutôt être perçue comme un avantage important qui pourrait permettre aux médecins d'améliorer leur relation avec le patient, de même que la qualité des soins prodigués. Les exemples de la télémédecine et des communautés virtuelles de pratique ne sont que quelques uns des nombreux autres avantages que permettent les TIC afin d'améliorer la qualité de la pratique médicale.

Les défis engendrés par les TIC sur l'éducation médicale et la pratique de la médecine sont encore peu documentés sur le plan scientifique. Pour l'auteur, il ne s'agit pas de mettre en doute les nombreux avantages inhérents à la présence des TIC, mais plutôt de décrier le manque de recherches scientifiques (suggérant que les acteurs de l'éducation médicale sont plus préoccupés par la mise en place d'innovations que par leur évaluation systématique).

Innovations, conclusion et orientations.

La littérature scientifique montre de nombreux avantages inhérents au *e-learning*, avec la flexibilité qui vient le plus souvent au premier plan. 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. Le rôle des simulateurs virtuels, des animations 3D, des ressources et des communautés virtuelles est brièvement abordé puisqu'ils constituent des innovations importantes et prometteuses dans le domaine de l'éducation médicale. Il est nécessaire d'introduire les futurs praticiens à ces métamorphoses à venir afin de leur permettre d'en comprendre l'impact sur le

Texte intégral

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. Quand on pense à l'impact des technologies dans certains domaines comme la médecine, on pense surtout aux avancées techniques, aux machines plus sophistiquées, mais très peu de personnes réalisent que les TIC sont aussi appelées à changer la façon dont on pratique et enseigne la médecine. De surcroît, tel que l'indique Fieschi (1), les TIC ont pris une place importante dans le domaine médical alors que la pratique et l'enseignement de la médecine vivaient une crise. Selon lui, les sociétés occidentales ont été assaillies au cours des 25 dernières années par plusieurs questions sur l'efficacité de l'enseignement et la pratique de la médecine. D'une part, « *biological and surgical techniques were developed and extensively used and, on the other hand, medicine was fragmented into numerous sub-specialties as medical knowledge improved. As a result, the costs of medical procedures increased considerably, the quality of patient/physician relationships was tarnished and, in addition, iatrogenic risks were not and have not yet been fully controlled.* » (1).

En 2008, Internet fête ses 39 ans. En l'espace de quelques années seulement, cet outil, d'abord réservé à l'armée et aux universités américaines, est devenu pour les individus de tous les continents un élément indispensable du quotidien, comme en témoigne le nombre d'internautes sur la Terre qui est passé de 16 millions en 1995⁹ à plus de 1,407 millions en 2008¹⁰ (voire Figure 1). Comme l'indiquait Kofi Annan lors du dernier Sommet mondial sur la société de l'information, nous vivons à une époque de mutations rapides où les technologies jouent un rôle de plus en plus central dans tous les domaines d'activité de nos vies ; elles ont également une influence importante sur l'évolution de l'ensemble des sociétés de la planète et affectent de façon significative toutes les dimensions économiques, sociales ou culturelles. Même si les TIC sont avant tout des moyens efficaces de diffusion de l'information et de communication, elles se sont rapidement faites remarquer par l'étendue de leurs domaines d'application dans diverses communautés professionnelles, dont la médecine.

Avec les TIC, tout change : notre façon de vivre, d'apprendre, de travailler, voire même de socialiser. Depuis quelques années, ces métamorphoses sociétales se sont encore plus accélérées avec l'arrivée du Web 2.0 où les interfaces permettent aux internautes d'interagir à la fois avec le

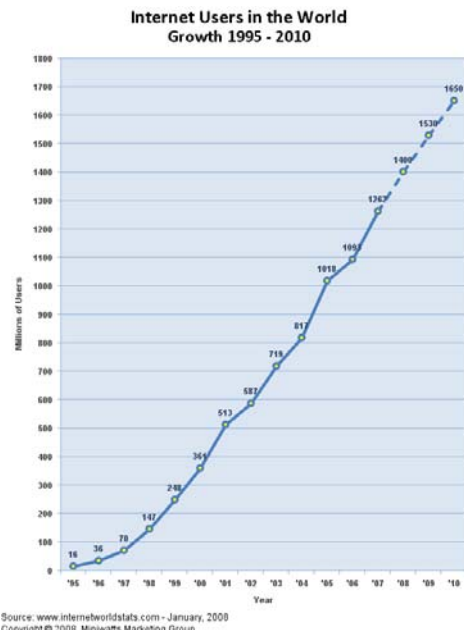


Figure 1 :
Évolution du nombre d'internautes sur la Terre¹.

⁹ Source : IDC (<http://www.idc.com/>)

¹⁰ Source : Internet World Stats (<http://www.internetworldstats.com>)

contenu des pages mais aussi entre eux. Contrairement à ses débuts où Internet contenait surtout des pages Web statiques, dans le Web2.0, l'internaute est plutôt considéré comme le *héro* du Web, le principal acteur qui contribue à alimenter le contenu du site, tout en informant ses pairs de son évolution. Avec le Web 2.0, les citoyens de tous les pays ont la possibilité d'être les artisans de leur destinée, et, donc, de participer activement à ce monde technologique. 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 quelque 84000 animations ou extraits de conférences, comme par exemple l'animation des mouvements du cœur (Figure 2).

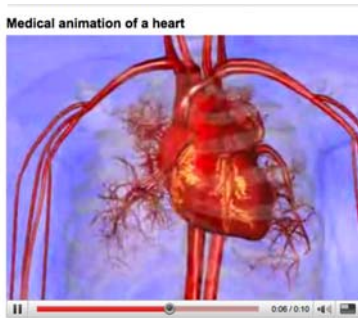


Figure 2 :
Animation du site YouTube.com.

Selon Heath, Luff et Svensson (2), l'un des plus importants développements dans le domaine de la santé au cours des 25 dernières années est l'incursion des technologies de l'information et de la communication (TIC). Selon eux, ces technologies ont une variété d'impacts comme par exemple sur la pratique professionnelle, l'expérience vécue par les patients, la gestion ou l'organisation des systèmes de santé.

Premier défi : préparer les médecins à l'évolution du comportement des patients branchés :

Plusieurs études montrent qu'un des plus importants impacts des TIC sur l'enseignement de la médecine est celui de bien préparer les praticiens de demain à l'évolution du comportement des patients. En effet, les recherches montrent que les habitudes des patients ont beaucoup changé au cours des dernières années. Non seulement font-ils appel aux TIC pour mieux comprendre le domaine médical, mais ils sont aussi en réseaux afin de s'informer les uns les autres, de donner leur opinion sur leur médecin, de remettre en question certaines pratiques médicales, voire d'entreprendre des poursuites judiciaires. Pour Duvvuri et Jianhong (3), les TIC ont définitivement transformé la relation entre le patient et le médecin, ce qui implique selon eux une préparation différente des médecins en devenir. Fieschi (1), mais aussi Denef, Lebrun et Donckels (4) indiquent même que les patients ont une longueur d'avance sur les médecins quant à l'usage 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 » (5).

La littérature scientifique révèle également de nouvelles possibilités dans la relation patient-praticien, en particulier dans le cas de malades qui se sentent isolés ou qui ne sont pas en contexte hospitalier comme les personnes âgées (6) ou encore les personnes atteintes de maladies

chroniques. Tel que l'indique Lucas (7) avec les TIC, les patients « *can link with others, again using the Internet and mobile telephone networks, to share information, seek advice [...]* ».

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 médicale qui affecte de façon profonde la relation traditionnelle entre le patient, jadis néophyte, et le praticien qui possédait un statut de savant.

Ce changement de rapport entre le patient et le praticien fait en sorte que les pratiques médicales sont de plus en plus remises en question, d'une part, mais aussi que le statut associé à la profession médicale est solidement ébranlé par les TIC (8).

Malgré cette métamorphose de la relation entre le patient et le praticien, Willmer (9) souligne que l'usage de plus en plus important des TIC, tant par les patients que par les praticiens, permettra en bout de ligner d'améliorer la qualité des soins offerts aux patients. Certains, comme la Commission européenne, semblent même avoir embrassé cette nouvelle attitude des patients et voient dans cela une façon de les rendre plus responsables de leur propre santé. Les patients ainsi mieux informés sont souvent plus enclins à être impliqués dans la gestion de leur santé : « *they want to be part of the health decision process and are increasingly requesting access to the data contained in their medical records.* » (1). Gatzoulis et Iakovidis (10) parlent de « *citizen-centered care* » qui implique nécessairement une plus grande implication de la part des patients, et ce, à tous les niveaux de la pratique médicale (prévention, diagnostic, traitement et suivi).

L'arrivée des TIC, c'est un changement de paradigme dans la pratique et l'enseignement de la médecine ; c'est une place plus importante accordée au partage de l'information, c'est un peu ce que Fieschi (1) appelle le *patient empowerment*. Les TIC ne devraient donc pas être perçues, comme c'est le cas pour plusieurs praticiens, comme un fléau, mais plutôt comme un moyen d'impliquer davantage les patients dans leur propre santé. En outre, tel que l'indique Broom (8) « *it is argued that the ways in which these specialists are adapting to the Internet and the Internet user should be viewed as strategic responses, rather than reflecting a breakdown in their authority or status.* ».

Dans les pays où la population a largement accès à Internet, comme c'est le cas pour l'Amérique du Nord où quelque 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 à la formation initiale et continue dans le domaine de la médecine.

Deuxième défi : sensibiliser les futurs praticiens aux nombreux avantages des TIC :

La présence exponentielle des TIC dans notre société, loin de n'être qu'un fléau pour la pratique et l'enseignement de la médecine, 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 :

Au-delà des défis que posent les TIC à la relation médecin-patient, il faut aussi voir dans ce virage technologique de nombreux avantages. Les TIC permettent notamment aux patients d'interagir plus facilement avec les experts du domaine de la santé, sans pour autant devoir se déplacer. Stretcher (11) souligne, par exemple, l'avantage des systèmes qui tentent d'appliquer le

jugement d'un expert à des logiciels. Il démontre également 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. Il pointe notamment l'avantage de tels systèmes pour certains patients qui, « *because of stress, pain, or the cancer treatment itself, have irregular sleeping habits* » (11). L'initiative de la cybercompagnie Medem Inc. (<http://www.medem.com>) est un bon exemple d'une telle interface; elle permet aux patients d'obtenir une *consultation* en ligne avec un médecin en tout temps, ou presque. Tel que le font remarquer Norman et ses collègues (12), le développement rapide des technologies interactives en termes de capacité de storage et de transmission de l'information multiplie donc les possibilités d'intervention entre le patient et le médecin. Alors qu'il n'y a pas si longtemps les médecins ne disposaient que de systèmes permettant d'avoir accès à des données statiques, il leur est dorénavant possible de consulter, en quelques cliques, des données dynamiques, mises à jour en temps réel, et même de communiquer ou de voir son patient pour obtenir des précisions sur ces données, augmentant par le fait même la qualité des soins qui lui sont fournis.

C'est pourquoi le domaine de la télé-médecine, soit l'exercice des différentes facettes de la pratique médicale (prévention, diagnostic, traitement et suivi) à distance, est de plus en plus populaire, tant pour la formation initiale que pour la formation continue des médecins (13). En fait, la télé-médecine fait de plus en plus partie des systèmes de services de santé de nombreux pays industrialisés comme le Canada, les États-Unis, l'Angleterre, l'Allemagne, la France ou la Norvège (14). Le projet HERMES (15), réalisé en Europe, est un bon exemple d'une telle initiative en télé-médecine. La télé-médecine permet, entre autres, de poser des diagnostics à distance, d'assister des médecins spécialistes lors d'opérations compliquées, ou de faciliter aussi le suivi de patients à risque (16). Pour Suarez (16), la télé-médecine facilite aussi « *la pathologie centralisée, la prestation de services ruraux, la délégation des soins, les soins en milieu hostile ou inhabituel [...]* ». Pour Ganapathy (14), un des grands avantages de la télé-médecine est qu'il est possible, 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 (14) souligne même que les spécialistes n'auront bientôt plus besoin de se déplacer pour diagnostiquer des patients : « *Like most other professionals, the telespecialist of the future will offer advice from home without having to travel long distances to a hospital. Junior hospital staff currently depend on advice received by telephone, which has considerable limitations. Soon, using telemedicine, the senior consultant can evaluate the patient and the investigations from outside the hospital and make a correct decision. The patient needs (?) not wait for the next day's 'rounds'.* » (14). Remarquons aussi, comme l'indique Suarez (16) que la télé-médecine permet d'offrir des formations ponctuelles ou continues aux experts de la santé qui travaillent en milieu hospitalier, sans qu'ils n'aient à quitter leur lieu de travail. Pour Sargeant (17), la télé-médecine devient un outil hautement sophistiqué dont l'efficacité n'est plus à démontrer. Selon lui, cette technique serait aussi particulièrement efficace pour l'enseignement de la chirurgie. De plus, des environnements virtuels de télé-médecine qui intègrent aussi la vidéoconférence et l'Internet permettent non seulement des consultations en temps réel avec d'autres collègues experts (18), mais aussi et surtout le suivi continu lors de procédures chirurgicales dans le cas d'internes qui sont placés dans des régions éloignées, voire dans d'autres pays.

De tels systèmes mettent de plus en plus en évidence le fait que le médecin du XXI^e siècle devra aussi posséder des compétences technopédagogiques, acquises lors de sa formation universitaire, pour remplir pleinement son rôle de médecin (5). Sensibiliser les futurs professionnels de la

médecine à de telles innovations devrait donc faire partie du curriculum de la formation des futurs médecins.

Il faut enfin souligner, tel que le fait remarquer Strecher (11), que l'usage des TIC pour la prévention est plutôt limité et que c'est surtout pour le traitement qu'on y a recours. Selon lui, ce fait n'est pas surprenant et devrait être vu comme un défi que les praticiens auront à surmonter. L'usage de services préventifs doit ainsi être encouragé afin d'amener les citoyens à être plus responsables de leur santé.

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

Selon Lucas (7), « *there is a growing consensus that the impact of ICT on health systems will be substantial or even revolutionary [...]* ». Même si cela n'est pas directement lié à l'enseignement de la médecine, il semble important de signaler que plusieurs auteurs soulignent les bienfaits des TIC pour l'organisation des soins de santé. Oh et ses collègues (20) se sont même soigneusement penchés sur le concept de *eHealth* qui réfère avant tout au lien étroit entre l'organisation du système de santé et aux technologies. Parmi les principaux avantages des TIC pour l'organisation des soins de santé, Haux (21), ou Duvvuri et Jianhong (3) remarquent que les TIC permettent avant tout 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, voire même l'éducation du patient pour qu'il apprenne à mieux connaître sa condition médicale. Duvvuri et Jianhong (3), Ganapathy (14), Bulterman (22) et Fieschi (1) insistent particulièrement sur les possibilités de télégestion de la santé, tant pour la médecine préventive et les diagnostics que pour le suivi des maladies chroniques. Les TIC permettent, par exemple, de prendre des décisions « *once the parameters delivered at home have been analyzed* » (1). Internet facilitera de plus en plus cela et participera résolument à la croissance de services de santé de qualité à distance. Il existe enfin un nombre croissant d'appareils portatifs qui permettent de nouvelles applications prometteuses : « *The work done so far has demonstrated the potential of these platforms to enable personalized care by empowering people to adopt a preventive lifestyle with an emphasis on early diagnosis.* » (10). Comme le font remarquer Norman et ses collègues (12), ces appareils portatifs qui sont de plus en plus utilisés pour transmettre de l'information sur un patient, mais aussi pour bonifier le suivi qui en est fait. Par exemple, de plus en plus d'appareils portatifs sont équipés de senseurs qui transmettent, sans effort de la part du patient, une série d'informations au spécialiste de la santé, lequel est ainsi en mesure de poser un meilleur diagnostic, voire d'agir si la situation du patient le nécessite.

La formation médicale devrait, semble-t-il, sensibiliser les futurs médecins à ces divers avantages des TIC afin de leur permettre, à leur tour, d'en tirer profit quand ils feront partie de ces organisations (23, 1).

Haux (21) souligne également que les TIC permettent de d'évaluer, plus facilement et de façon plus systématique, les organisations des soins et que ces mesures permettent notamment de favoriser « *quality and efficiency of patient care* ». L'explosion technologique aurait aussi favorisé une meilleure rationalisation des ressources (15, 24, 1, 21), les changements amenés par les TIC dans l'organisation des soins de santé et dans la pratique de la médecine entraînent une vision plus macroscopique du dossier du patient tout en favorisant le passage d'un système d'information propre à un hôpital à un système d'information pour l'ensemble des soins de santé, appartenant à chaque citoyen.

Troisième défi : amener les futurs médecins à faire usage des TIC 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 ou prou de formation ou d'initiation aux TIC appliquées à la santé dans la plupart des cursus de formation initiale en médecine. Pourtant, selon plusieurs (25, 23, 26, 27), les TIC devraient 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 d'un professionnel de la santé qui œuvre dans un domaine où le savoir évolue constamment. Certains auteurs tels Harden (28) indiquent principalement deux usages des technologies qui pourraient être appliqués à la formation des futurs médecins : le e-learning et l'usage de simulateurs. D'autres considèrent les animations virtuelles 3D comme une des innovations les plus prometteuses pour la pédagogie médicale (29). Des chercheurs comme Valcke et De Wever (23) ou Fieschi (1) signalent quant à eux que savoir accéder à des ressources en ligne, ou encore posséder une grande *compétence informationnelle* (30), doivent 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 (*information literacy*) redevient à la mode, en particulier dans le domaine médical. La compétence informationnelle, c'est, 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 (30). Kwankam (31) résume bien l'importance de la compétence informationnelle lorsqu'il indique que la technologie « *has become indispensable to health workers, as the volume and complexity of knowledge and information have outstripped the ability of health professionals to function optimally without the support of information management tools* ». Les résultats des travaux de Kisilowska (32) ou de Bennett et al. (33) illustrent bien l'importance de développer, chez les futurs médecins, la compétence informationnelle. En effet, les conclusions de leurs travaux indiquent que les plus grandes difficultés rencontrées par les praticiens qui cherchent de l'information sur Internet concernent, d'une part la quantité phénoménale d'information qu'il est possible de trouver sur un thème mais aussi, 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 [...]* » (5). Les TIC fournissent donc déjà des solutions pour répondre au besoin grandissant d'information et de partage du savoir pour les praticiens actuels et 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 ses collègues (33), 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 ressources virtuelles disponibles :

Il existe de nombreuses ressources destinées aux professionnels des sciences de la santé. Mattheos et ses collègues (34) ont tenté de les regrouper. On retrouve d'abord les tutoriels et autres applications permettant l'apprentissage assisté par ordinateur (cédéroms, pages Web didactiques, etc.). Le projet mené par Nosek, Cohen et leurs collègues (35) est un bon exemple de site Web didactique destiné tout particulièrement aux étudiants intéressés par la génétique et le cancer (<http://casemed.case.edu/cancergenetics>). L'initiative de Black et Smith (36) a montré comment de tels tutoriels, accessibles en ligne, étaient aussi susceptibles de favoriser de meilleurs apprentissages. Néanmoins, tel que le font remarquer Letterie (37) ou Valcke et De Wever (23) peu d'études scientifiques démontrent les bienfaits de l'apprentissage assisté par ordinateur lorsque comparé à d'autres modalités plus traditionnelles. L'idée n'est pas d'écarter les avantages inhérents à la présence des TIC, mais plutôt de souligner le manque de recherches 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.

Mattheos et al. (34) précisent qu'il existe également de nombreuses bases données, dont la plus populaire est Medline. De tels outils permettent aux professionnels de la santé de retrouver rapidement l'information cherchée. Selon Kwankam (31), ces systèmes ou bases de données sont essentiels et peuvent soutenir « *the mind's limited capacity to sift through large quantities of health facts and identify those items that bear directly on a given situation* ».

Il existe aussi plusieurs jeux pour favoriser l'apprentissage de connaissances médicales. Bien que la quantité de recherches soit relativement limitée dans ce domaine, Valcke et De Wever (23) soulignent que de telles innovations possèdent un potentiel éducatif puisque les apprenants sont confrontés à des situations complexes où ils doivent appliquer des connaissances apprises, émettre des hypothèses (souvent, des diagnostics), et les tester afin de recevoir un feedback immédiat. Sargeant (17) soutient d'ailleurs que la « *computer-mediated multi-media instruction and the Internet can effectively link learners to learning materials and information resources, to each other, and to instructors* ». Plusieurs autres études ont montré les nombreux avantages associés aux systèmes d'apprentissage interactif en ligne. Chan et Dovchin (38) ont ainsi fait remarquer l'avantage de tels systèmes pour la formation médicale dans les pays dits en voie de développement. D'autres auteurs concluent que de tels systèmes ont un impact important sur l'habileté des futurs médecins à générer des hypothèses (39), à développer leur pensée critique (40, 41), à accroître leur niveau de réflexivité sur la pratique (42), à développer leurs stratégies métacognitives (43), à raffiner leur diagnostic de cas cliniques présentés (44). Certains voient même dans de tels systèmes des avantages pour les formateurs universitaires comme la possibilité d'accroître leurs habiletés à évaluer les étudiants en stage (45). D'autres indiquent aussi que les facultés de médecine peuvent en profiter, notamment en ce qui a trait aux stratégies de recrutement (46).

Les travaux de Charlin et ses collègues (47,48) ont montré qu'il était envisageable, pour les futurs médecins, de développer leur raisonnement clinique par l'interactivité rendue possible par les TIC. Concrètement, Charlin et ses collègues ont mis en place un test de concordance comme outil d'évaluation en ligne du raisonnement des professionnels en situation d'incertitude (les praticiens ou futurs praticiens sont confrontés à des problèmes complexes ou mal structurés qui nécessitent une réflexion d'ordre supérieur de même que la mobilisation de connaissances diverses). La réponse du praticien est alors comparée à celle de divers experts dans le domaine. La littérature scientifique confirme, de façon générale, l'efficacité des outils et systèmes d'évaluation soutenus par les TIC, en particulier en ce qui a trait aux apprentissages réalisés par les apprenants (49, 23).

On retrouve enfin des sites Web spécialisés qui revêtent une importance capitale dans la recherche d'information. En effet, comme le soulignait Karsenti (5), la mise à disposition des apprenants d'une grande variété de sources d'information est importante et doit être grandement favorisée dans les formations en médecine. Sur le Web, il existe ainsi de nombreux exemples d'institutions de formation à la médecine qui ont favorisé l'accès à une grande variété d'informations comme par exemple la Tufts University School of Medicine de Boston (www.tufts.edu/med/), la University of Nebraska Medical Center (www.unmc.edu) la Stanford University (summit.stanford.edu/cqi/), l'Université catholique de Louvain (www.md.ucl.ac.be/luc/netlinks.htm) ou l'Université Bordeaux II (www.apprentoile.u-bordeaux2.fr/default.htm) (5). De tels sites facilitent également la collaboration interuniversitaire en pédagogie médicale (17). Pour Fieschi (1), la disponibilité d'un contenu de qualité sur Internet devrait ainsi faire partie intégrante des formations initiale et continue dans le domaine médical.

Il faut noter que de plus en plus de références scientifiques sont également disponibles sur Internet, et ce, 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 aussi l'accès et le partage d'un plus grand nombre de ressources via Internet.

La littérature scientifique fait état de répertoires ou sites indexés contenant des objets d'apprentissage (*learning repositories*) qui sont fort importants pour les apprenants (50). Ces répertoires d'objets d'apprentissage permettent aux formateurs de retracer facilement différents matériels pédagogiques utiles pour leur enseignement. Un des plus importants répertoires d'objets d'apprentissage est MERLOT (<http://www.merlot.org/>), dont l'acronyme signifie *Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*. MERLOT est 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 pédagogiques évalués par les pairs : animations, plans de leçons, évaluations, etc. Néanmoins, tel que le soulignent avec raison Valcke et De Wever (23), aucune évaluation scientifique n'a encore été publiée pour montrer l'efficacité de telles ressources.

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 de rajouter la communication à l'information disponible, en particulier dans le domaine médical, engendre des résultats positifs, notamment sur le plan de l'apprentissage (23, 51). Ainsi, en plus de permettre l'accès à de nombreuses ressources, parfois difficilement accessibles, les technologies de l'information et de la communication facilitent aussi une mutualisation des connaissances, voire le réseautage des futurs médecins ou des praticiens. D'après Fillion-Carrière et Harvey (24), 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 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 *sciencerooll.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 de médecine qu'aux praticiens en exercice. Ces ressources leur permettent d'échanger sur les meilleures pratiques, les meilleurs sites, les dernières découvertes, ou les derniers remèdes, dans le but d'être de meilleurs praticiens. Zobitz et ses collègues (52) 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. De tels sites spécialisés sont donc une façon de pouvoir suivre la croissance exponentielle de l'information liée au domaine médical, mais aussi de pouvoir utiliser les compétences individuelles et collectives pour trouver des solutions à des problèmes liés à la santé (31).

Un autre outil couramment utilisé est la *liste de discussion* ou 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, Van Winckel et Valcke (25) ont montré que la construction du savoir, un plus haut niveau de réflexion de même que le développement de la pensée critique étaient favorisés par l'usage de groupes de discussion électroniques durant les stages réalisés par de futurs médecins. 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 ses collègues (53), de telles listes « *have also been shown to be very useful in bringing information that is otherwise inaccessible to professionals working in less well-developed settings [...]* ».

Le e-learning :

Tel que l'indiquent Muirhead (54), Harden (28), Jones et al. (55) ou Chryssafidou et Arvanitis (56), un des grands défis des facultés de médecine est d'introduire le e-learning en formation initiale et continue. La littérature scientifique montre de nombreux avantages inhérents au e-

learning, avec la flexibilité qui vient le plus souvent au premier plan. Les apprenants ont ainsi la possibilité d'apprendre à leur rythme, d'où ils le souhaitent, souvent de la façon qui leur sied le mieux (57). Kunnath (58), Heywood et al. (59), Relan et Krasne (60), Seelinger et Frush (61), tout comme Haigh (62), voient aussi comme avantage dans le domaine médical la possibilité de transmettre du contenu de haute qualité, d'offrir soutien à la formation continue ou post-graduée, ainsi que de multiplier les possibilités de communication pendant l'apprentissage. La communication accrue est effectivement un autre des avantages majeurs du e-learning. Castel et ses collègues (53) soulignent par exemple que « *with further outreach than conventional distance learning, and taking advantage of interactivity among students and teachers in a virtual community and hypertext and hypermedia facilities, e-learning has become a useful and widely accepted tool for [...] training and continuous professional development programmes* ». Néanmoins, même si les bénéfices de la collaboration avec les TIC ont été largement soulignés dans d'autres contextes (voir par exemple les travaux de Henri et Lundgren-Cayroll, 63), ils l'ont beaucoup moins été dans le domaine de la pédagogie médicale (23). En effet, très peu d'expériences sont documentées comme celle de Lu et Lajoie (64) afin de montrer que le contexte de collaboration favorise, par exemple, le processus de prise de décision lors de la pratique de la médecine. Il en est de même pour la vidéoconférence dans l'éducation médicale, domaine pourtant largement documenté dans la littérature scientifique dans d'autres contextes : « *There is a lack of literature and formal studies on the use and effects of videoconferencing to enhance real-time synchronous delivery* » (65).

Tel que le souligne Harden (28), même s'il est difficile de prédire exactement les futures formes que prendra le e-learning, il semble inévitable que les étudiants de médecine de demain seront de plus en plus appelés à apprendre en ligne. D'ailleurs, des études réalisées bien avant 2002 montraient déjà que les étudiants des facultés de médecine étaient prêts à apprendre à distance (66). Le e-learning constitue irrémédiablement l'avenir de la pédagogie médicale, et ce, malgré les nombreux problèmes à surmonter de même que le manque évident de documentation ou d'évaluation liés aux expériences mises en place (5).

Les simulateurs virtuels :

Comme l'indique Harden (28), les simulateurs dans le domaine médical ont connu, au cours des dernières années, un développement fulgurant. Selon lui, ils sont à la fois très efficaces sur le plan éducatif, en plus de bien compléter la formation en contexte de pratique. Les simulateurs virtuels ont surtout été mis en place pour diminuer les erreurs médicales (67). L'expérience menée par Doiron et Isaac (68) 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. Les simulateurs virtuels représentent, en quelque sorte, un changement de paradigme pour la formation de futurs médecins chez lesquels la réalité virtuelle sera éventuellement amenée à jouer un rôle majeur dans la formation initiale et continue. Toujours selon Harden (28), les simulations facilitent notamment l'apprentissage « *through the provision of : effective feedback, repetitive practice, a range of difficulty, multiple learning strategies, clinical variation, a controlled learning environment, and individualised learning.* ». Au Canada, les TIC ont notamment permis « *l'amélioration et la personnalisation de l'enseignement de techniques et*

d'habiletés cliniques qui, livrées de façon traditionnelle, pouvaient dans certains cas nuire au bien-être du patient » (24).

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 (69, 70). Néanmoins, tel que le font remarquer Valcke et De Wever (23), cela est particulièrement vrai (a) quand la formation s'adresse à des débutants et (b) lorsque les habiletés technologiques ne constituent pas un frein à l'usage du simulateur virtuel. D'où, selon nous, l'importance d'introduire les futurs médecins, dans le cadre de leur formation initiale, à de telles innovations.

Les animations 3D sur le Web :

La présentation graphique de l'information semble être centrale dans l'acquisition de connaissances dans le domaine médical (23). C'est possiblement pour cette raison que les facultés de médecine et autres organismes dans le domaine médical ont conçu, depuis un bon nombre d'années, d'importantes banques d'images pour aider les spécialistes à mieux comprendre des questions médicales diverses. La littérature scientifique actuelle montre effectivement que les images, disponibles en ligne, favorisent aussi l'acquisition de connaissances, et ce, dans divers domaines scientifiques (71, 72). Dans le domaine médical, les études révèlent pareillement l'importance d'introduire des représentations graphiques avancées, en particulier dans des contextes de téléapprentissage où le formateur n'est pas présent pour commenter l'image (23). Les animations en trois dimensions, souvent appelées animations 3D, sont des exemples de ces représentations graphiques avancées. Elles ont aussi l'avantage de faciliter l'acquisition de connaissances, tout en montrant une représentation de la réalité en trois dimensions, contrairement aux images dites plus traditionnelles qui la représentent sur deux plans. Lorsque de telles ressources pédagogiques sont disponibles sur Internet, les apprenants ou les formateurs ont aussi le loisir d'en profiter de n'importe où, à n'importe quel moment, tant qu'ils possèdent un ordinateur branché. John (29) précise que les représentations en trois dimensions sont particulièrement utilisées pour les cours d'anatomie et que leur impact sur l'apprentissage semble clairement démontré, même s'il est évident que de telles ressources doivent être utilisées conjointement avec d'autres types de supports pédagogiques comme des clips vidéos, des textes, etc. Entre autres, John (29) souligne que plusieurs évaluations ont montré l'efficacité de cette stratégie pédagogique. C'est peut-être pourquoi de plus en plus de facultés de médecine utilisent les animations en trois dimensions sur le Web pour la formation médicale initiale, comme c'est le cas, par exemple, à l'Université de Lyon I, en France. Leur expérience pousse même plus loin les animations 3D en permettant aux formateurs ou aux apprenants de manipuler l'animation, c'est-à-dire de la faire *bouger*, de la faire *pivoter* ou de la *déplacer*, virtuellement du moins, pour mieux la présenter aux étudiants. Quoique leur récente expérience n'ait pas encore fait l'objet d'une publication scientifique, la réaction des étudiants qui ont participé à l'expérience et qui ont eu la possibilité de faire *bouger* des organes ou des os d'un corps humain virtuel, à l'aide d'une télécommande Wii, laisse entrevoir d'intéressantes possibilités pour le futur¹¹. De plus, comme l'indique John (29), l'émergence de nouveaux standards et d'une communauté d'utilisateurs très active est de bon augure pour le futur des applications 3D sur le Web pour la formation médicale initiale ou continue.

¹¹ Le lien suivant présente un compte-rendu détaillé de leur expérimentation : http://www.univ-lyon1.fr/1205315796141/0/fiche___actualite/&RH=PRAC_ACT-SER

Quatrième défi : changer les pratiques en pédagogie médicale :

Un autre des défis inhérents aux TIC et à l'éducation médicale demeure évidemment l'implantation d'un tel changement, d'une telle innovation dans la pratique de la pédagogie médicale, en milieu universitaire ou hospitalier. Dans le domaine plus large de la pédagogie universitaire et des TIC, les références et publications sont nombreuses sur les enjeux à considérer pour favoriser un tel changement (19,73). 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?* » (24). En fait, les recherches actuelles dans le domaine de la pédagogie universitaire montrent plutôt 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, Wang et al. (74) est un bon exemple 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 télévotants par les participants durant les cours magistraux a su favoriser l'apprentissage actif et un intérêt accru des étudiants. De surcroît, leur étude montre aussi une amélioration de la performance des futurs médecins (lors d'examens officiels) après avoir participé à une telle expérience. Certains se demandent également si les TIC seront « *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?* » (4). Une des avenues proposées par Ward et Moule (75), afin de garantir un meilleur changement dans les pratiques des médecins, c'est aussi de faire usage des TIC durant la formation pratique des futurs praticiens afin qu'ils puissent apprendre à faire usage 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 (76).

D'autres chercheurs (77) pensent que l'usage du 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. 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'une personne. Selon Lewis et Baker (77), l'usage du e-portfolio peut donc servir de catalyseur à l'usage des TIC pour la pratique de la médecine.

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 branchés 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, l'idée n'est pas de limiter l'information à laquelle peut accéder le patient mais plutôt de se servir de ces nouvelles habitudes comme levier afin de le rendre plus responsable de sa santé. Le terme *patient empowerment* est ainsi de plus en plus utilisé dans la littérature, même si comme Haux (21) l'indique, « *patient empowerment is still in [its] early stages* ».

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. La présence exponentielle des TIC dans notre société, loin de n'être qu'un fléau pour la pratique et l'enseignement de la médecine, devrait plutôt être perçue comme un avantage important qui pourrait permettre aux médecins d'améliorer leur relation avec le patient, de même que la qualité des soins prodigués. Les exemples de la télémédecine et des communautés virtuelles de pratique ne sont que quelques uns des nombreux autres avantages que permettent les TIC afin d'améliorer la qualité de la pratique médicale. Lucas (7) précise que les TIC ont aussi un impact majeur sur le système de santé ; il semble donc nécessaire d'introduire les futurs praticiens à ces métamorphoses à venir afin de leur permettre d'en tirer éventuellement profit, et ce, 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 compétence informationnelle est notamment mise de l'avant. Elle est décrite 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. Le rôle des simulateurs virtuels, des animations 3D, des ressources et des communautés virtuelles a été brièvement abordé puisqu'ils constituent des innovations 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 (24), mais plutôt d'adapter les technologies aux besoins pédagogiques, tout en étant conscient de l'effet innovant des technologies sur les pratiques d'enseignement.

Il appert aussi essentiel de signaler à nouveau que les défis engendrés par les TIC sur l'éducation médicale et la pratique de la médecine sont encore peu documentés sur le plan scientifique (23, 78). Comme le font remarquer Lau et Bates (65), le manque de détails méthodologiques, la petite taille des échantillons – l'étude de Nakamura et Lajoie (39) où il n'y avait que 16 participants reflète bien cette lacune – et les technologies spécifiques mises de l'avant rendent souvent impossible la généralisation du peu d'études réalisées à d'autres contextes. Letterie (37) et Valcke et De Wever (23) vont plus loin et dénoncent plutôt l'absence d'études scientifiques en mesure de démontrer clairement les bienfaits de l'apprentissage avec les TIC : « *There are no comparative studies...that demonstrate a clear-cut advantage [...] in addition to descriptive studies, more evaluative studies of ICT tools are required, focusing on the efficiency and the impact on students' learning.* ». Tel qu'indiqué plus tôt, il ne s'agit pas de mettre en doute les nombreux avantages inhérents à la présence des TIC, mais plutôt de décrier le manque de recherches scientifiques, comme si les acteurs de l'éducation médicale étaient plus préoccupés par la mise en place d'innovations que par leur évaluation systématique.

Références

1. Fieschi M. Information technology is changing the way society sees health care delivery. *Int J Med Inform.* 2002;66(1-3):85-93.
2. Heath C, Luff P, Svensson MS. Technology and medical practice. *Sociol Health Illn.* 2003;25(3):75-96.
3. Duvvuri VR, Jianhong W. Information and communication technology developments in asthma management: A systematic review. *Indian J Med Sci.* 2007;61(4):221-241.
4. Deneff JF, Lebrun M, Dockels F. Télé-formation, télé médecine, e-... mythe ou réalité? *Louvain Médical.* 2003; 122:S335-S342.
5. Karsenti T. Conditions d'efficacité des formations ouvertes ou à distance (FOAD) en pédagogie universitaire. *Pédagogie médicale.* 2003; 4(4):223-234.
6. 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. *Technology and Disability.* 2004;16(4):223-235.
7. Lucas H. Information and communications technology for future health systems in developing countries. *Soc Sci Med.* 2008; 66(10): 2122-2132.
8. Broom A. Medical specialists' accounts of the impact of the Internet on the doctor/patient relationship. *Health.* 2005; 9(3):319-338.
9. Willmer M. How nursing leadership and management interventions could facilitate the effective use of ICT by student nurses. *J Nurs Manag.* 2007;15(2):207-213.
10. Gatzoulis L, Iakovidis I. Wearable and portable eHealth systems. *IEEE Eng Med Biol Mag.* 2007;26(5):51-56.

11. Strecher V. Internet methods for delivering behavioral and health-related interventions (eHealth). *Annu Rev Clin Psychol.* 2007; 3(1):53-76.
12. 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(4):336-345.
13. 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.* VA, AACE: Chesapeake; 2006. p. 476-480.
14. Ganapathy K. Telemedicine and neurosciences. *J Clin Neurosci.* 2005;12(8): 851-862.
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.* VA, AACE: Chesapeake; 2004. p. 4705-4712.
16. Suarez C. La télémédecine : quelle légitimité d'une innovation radicale pour les professionnels de santé ? *Revue de l'IRES.* 2002;39(2):1-29.
17. Sargeant J. Medical education for rural areas: Opportunities and challenges for information and communications technologies. *J Postgrad Med.* 2005;51(4), 301-307.
18. 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(4):318-324.
19. Karsenti T, Larose F. *Les TIC... au cœur des pédagogies universitaires.* Québec, QC: Presses de l'Université du Québec; 2001.
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(1):e1.
21. Haux R. Preparing for change: Medical informatics international initiatives for health care and biomedical research. *Comput Methods Programs Biomed.* 2007;88(3):191-196.
22. 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.* VA, AACE: Chesapeake; 2003. p. 2083-2086.
23. Valcke M., De Wever B. Information and communication technologies in higher education: evidence-based practices in medical education. *Med Teach.* 2006;28(1):40-48.
24. Fillion-Carrière M., Harvey D. État de la situation en formation médicale continue à distance en Amérique du Nord. *DistanceS.* 2003;6(1):51-72.

25. De Wever B, Van Winckel M., Valcke M. Discussing patient management online: the impact of roles on knowledge construction for students entering at the paediatric ward. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2008;13(1):25-42.
26. 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(4):390–398.
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(7):537–541.
28. Harden RM. Trends and the future of postgraduate medical education. *Emerg Med J.* 2006;23(10):798-802.
29. John NW. The impact of Web3D technologies on medical education and training. *Computers & Education.* 2007;49(1):19-31.
30. Eisenberg M., Lowe CA., Spitzer KL. *Information literacy : essential skills for the information age (2nd ed.).* Westport, CT: Libraries Unlimited; 2004.
31. Kwankam SY. What e-Health can offer. *Bull World Health Organ.* 2004; 82(10):800-802.
32. Kisilowska M. Knowledge management prerequisites for building an information society in healthcare. *Int J Med Inform.* 2006;75(3-4):322-329.
33. Bennett NL, Casebeer LL, Kristofco RE, Strasser SM. Physicians' Internet information-seeking behaviors. *J Contin Educ Health Prof.* 2004;24(1):31-38.
34. Mattheos 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(s1): 85-92.
35. Nosek T, Cohen M, Matthews A, Papp K, Wolf N, Wrenn G, et al. 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*, VA, AACE: Chesapeake; 2006. p. 1377-1382
36. Black V, Smith R. Automated study questions for medical students using the web. In: Richards G, editor. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*. VA, AACE: Chesapeake; 2002. p. 2743-2744.
37. Letterie GS. Medical education as a science : The quality of evidence for computer-assisted instruction. *Am J Obstet Gynecol.* 2003;188(3):849-853.
38. Chan P, Dovchin T. Evaluation study of the development of multimedia cases for training Mongolian medical professionals. In: Reeves T, Yamashita S, editors.

Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education. VA, AACE: Chesapeake; 2006. p. 185-191.

39. 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. VA, AACE: Chesapeake; 2006. p. 2240-2244.
40. 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. VA, AACE: Chesapeake; 2003. p. 3097-3098.
41. 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. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. 2003;12(3), 267-273.
42. 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. VA, AACE: Chesapeake; 2006. p. 2300-2305.
43. 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. VA, AACE: Chesapeake; 2003. p. 2456-2459.
44. 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. VA, AACE: Chesapeake; 2003. p. 369-372.
45. 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. VA, AACE: Chesapeake; 2006. p. 1198-1203.
46. McDonald C, Chalkley R. Web-based interactive environments in biomedical research education and training. In: Lassner D, McNaught C, editors. Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications VA, AACE: Chesapeake; 2003.p. 874-875.
47. Charlin B. Évaluer la dimension d'incertitude du raisonnement clinique. *Pédagogie Médicale*. 2006; 7(1):5-6.
48. Charlin B, Gagnon R, Kazi-Tani D, Thivierge R. Le test de concordance comme outil d'évaluation en ligne du raisonnement des professionnels en situation d'incertitude. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*. 2005;2(2):22-27.

49. Dubois JM, Michenaud C, Isidori, Ph. A new way to assess medical competencies : the Script Concordance Test (SCT) on line. In: A Méndez-Vilas, A Solano, Martín JA, Mesa González, J Mesa González, editors. Current developments in technology-assisted education : Vol. 2. Technological science education, collaborative learning, knowledge management. 2006; p. 1143-1147.
50. Paquette G, Rosca I. Organic aggregation of knowledge objects in educational systems. *Canadian Journal of Learning Technologies*. 2002;28(3):11-26.
51. 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*. VA, AACE: Chesapeake; 2006. p. 1489-1494
52. Zobitz P, Rethlefsen M., Segovis C, Norgan A, Philip C, Adekola B et al. 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*. VA, AACE: Chesapeake; 2006. p. 1014-1020.
53. Castel JM, Figueras A, Vigo, JM. The internet as a tool in clinical pharmacology. *Br J Clin Pharmacol*. 2006;61(6):787-790.
54. Muirhead RJ. E-learning: Is this teaching at students or teaching with students? *Nurs Forum*. 2007;42(4):178-184.
55. 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(1):99-109.
56. Chryssafidou E, Arvanitis T. (2004). 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*. VA, AACE: Chesapeake; 2004. p. 1139-1145.
57. 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*. VA, AACE: Chesapeake; 2002. p. 83-90.
58. 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*. VA, AACE: Chesapeake; 2006. p. 1287-1294.

59. 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. VA, AACE: Chesapeake; 2006. p. 57-59.
60. 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 Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications. VA, AACE: Chesapeake; 2005. p. 3604-3609.
61. 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. VA, AACE: Chesapeake; 2002. p. 2150-2153.
62. Haigh J. Information technology in health professional education: why IT matters. *Nurse Educ Today*. 2004;24(7):547-552.
63. Henri F, Lundgren-Cayrol K. Apprentissage collaboratif à distance. Pour comprendre et concevoir les environnements d'apprentissage virtuels. Québec, QC: Presses de l'Université du Québec; 2001.
64. 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. VA, AACE: Chesapeake; 2005. p. 2062-2066.
65. Lau F, Bates J. A review of e-learning practices for undergraduate medical education. *J Med Syst*. 2004;28(1):71-87.
66. 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. VA, AACE; Chesapeake: 2002. p. 2535-2536.
67. Lane JL, Slavin S, Ziv A. Simulation in medical education: A review. *Simul Gaming*. 2001;32(3):297-314.
68. 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. VA, AACE; Chesapeake: 2002. p. 262-267.
69. Brutlag P, Youngblood P, Ekorn E, Zary N, Fors U, Dev P, Gesundheit N. 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. VA, AACE; Chesapeake: 2006. p. 1869-1870.

70. 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. VA;AACPE; Chesapeake: 2003. p. 1336-1343.
71. Magoulas GD, Chen SY. Advances in Web-based education : personalized Learning environments. Hershey, PA: Information Science Publishing; 2006.
72. Grabe M, Grabe C. Integrating technology for meaningful learning (4th ed.). Boston, MA: Houghton Mifflin; 2004.
73. Depover C, Karsenti T, Komis V. Enseigner avec les technologies. Québec, QC: Presses de l'Université du Québec; 2007.
74. 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. VA, AACPE: Chesapeake; 2006. p. 2245-2250.
75. Ward R, Moule P. Supporting pre-registration students in practice: A review of current ICT use. Nurse Educ Today. 2007;27(1):60-67.
76. 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. VA, AACPE: Chesapeake: 2006. p. 2959-2964.
77. Lewis KO, Baker RC. The development of an electronic educational portfolio: An outline for medical education professionals. Teach Learn Med. 2007;19(2):139-147.
78. 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(6):467-476.