

La simulation en anesthésie-réanimation : outil pédagogique et d'amélioration de la prise en charge des patients*

Simulation in healthcare: a new teaching method to improve patient safety and quality of care

D. Benhamou · P. Roulleau · F. Trabold

Reçu le 27 octobre 2012 ; accepté le 20 novembre 2012
© SRLF et Springer-Verlag France 2012

Résumé La simulation est une nouvelle forme d'apprentissage de la pratique médicale, dont l'objectif est de mettre en œuvre une pratique et/ou un comportement avant leur utilisation dans le soin quotidien. La simulation peut prendre des formes très variées, allant de la reproduction d'une consultation ou d'un épisode relationnel avec un patient jusqu'à l'emploi d'un matériel de haute technologie robotisé ou non. La forme la plus connue est l'emploi d'un mannequin dit « haute-fidélité » qui est utilisé dans l'apprentissage des gestes d'urgence et des situations critiques. L'emploi de la simulation comme méthode pédagogique nécessite une formation spécifique des formateurs (notamment pour réaliser un débriefing de bonne qualité) et pose des questions nouvelles de nature docimologique. L'emploi de la simulation peut être utile à tous les niveaux de formation et deviendra aussi probablement un outil de formation du personnel non médical. La démonstration formelle d'un bénéfice pour le patient et de sa valeur médicoéconomique reste encore à construire.

Mots clés Simulation · Études de médecine · Pédagogie médicale · Robotique · Mannequin haute-fidélité · Jeux vidéo sérieux · Compétences techniques · Compétences non techniques · Relation médecin-patient

Abstract Simulation in medicine is a new method for teaching medical practice which aims at testing practice and/or behavior before its first use in real life. Simulation is based on various techniques and methods: from the simplest reproduction of patient-physician encounter to high-technology robotic devices. The most well-known technique is based on

high-reliability mannequins used to teach critical situations. Simulation use as a teaching method requires specific teaching of instructors (particularly to perform well during debriefing sessions) and questions teaching methods and evaluation of students' performance. Simulation can be useful whatever the underlying knowledge is and may increasingly be used even for non-medical personnel. The benefit of simulation as an important tool in increasing patients' safety and quality of care remains elusive. Further research is still needed to assess its efficiency.

Keywords Simulation · Medical education · Teaching methods · Robotic surgery · High-reliability mannequins · Serious video games · Technical skills · Non-technical skills · Physician-patient relation

Introduction

« Jamais la première fois chez le patient. » C'est une devise simple qui représente le fondement de la simulation médicale. Cette phrase sous-tend le fait qu'elle peut (doit) être utilisée afin de préparer les soignants à toutes les situations qu'ils (elles) vont rencontrer dans (au cours) de leur exercice professionnel, qu'il s'agisse de situations simples et quotidiennes ou de situations rares et complexes. La simulation est ainsi devenue incontournable dans tous les domaines où la réalité est trop dangereuse, trop coûteuse, difficile à gérer, inaccessible ou trop rare pour permettre l'acquisition d'une expérience suffisante. Dans tous ces domaines, la simulation a permis d'accroître la sécurité en améliorant les pratiques individuelles des acteurs d'un système, mais aussi en améliorant les pratiques collectives (gestion des crises, communication entre les individus, etc.). Elle permet donc schématiquement d'améliorer deux grands aspects de la compétence médicale [1] :

- la *compétence médicotéchnique*, c'est-à-dire la compétence concernant des gestes (pose de cathéter, geste chirurgical...) ou un enchaînement d'actions (algorithme décisionnel) ;

D. Benhamou (✉) · P. Roulleau · F. Trabold
Service d'anesthésie-réanimation, hôpital Bicêtre,
AP-HP, F-94275 Le Kremlin-Bicêtre, France
e-mail : dan.benhamou@bct.aphp.fr

* Cet article correspond à la conférence faite par l'auteur au congrès de la SRLF 2013 dans la session : *Pourquoi simuler*.

- la *compétence non technique*, c'est-à-dire la capacité du soignant à planifier les soins et à communiquer avec ses partenaires, voire apprendre à les diriger (travail en équipe et leadership). Dans le domaine aéronautique par exemple, il est inconcevable qu'un pilote n'ait pas de formation initiale sur simulateur [2].

De même, tout au long de sa carrière, le maintien de la licence de vol d'un pilote est conditionné à des évaluations sur simulateur, afin de confronter le pilote à des situations exceptionnelles aux conséquences néanmoins dramatiques quand elles surviennent. Comme certaines activités industrielles, l'anesthésie-réanimation constitue une activité à haut risque mettant en jeu une organisation à haute fiabilité [3]. Son caractère technique a fait que les anesthésistes ont recherché des solutions éprouvées dans l'industrie pour augmenter la sécurité des patients. L'aviation a notamment été une grande source d'inspiration. Néanmoins, alors que dans l'aéronautique les simulateurs ont été créés en même temps que les avions, la simulation en médecine n'en est qu'à ses débuts. Le premier mannequin de simulation réaliste d'anesthésie (utilisé pour l'induction et l'intubation) est apparu à la fin des années 1960 [4]. Rapidement abandonné du fait de contraintes techniques, il a fallu attendre les années 1980 pour voir apparaître des mannequins de simulation performants. Pour des raisons structurelles (coûts importants, logistique à mettre en œuvre, disponibilité des formateurs) et conjoncturelles (mentalité médicale), les simulateurs réalistes sont encore peu présents dans l'environnement médical. Pourtant, la majorité des situations d'exception en anesthésie et/ou en réanimation pouvant être reproduites, la formation sur simulateur réaliste présente des avantages majeurs qui à terme devraient encore accroître la sécurité dans un domaine (l'anesthésie) déjà notoirement le plus sûr de l'exercice médical.

Le but ultime de la simulation est d'améliorer le résultat du soin prodigué au patient et sa qualité en améliorant les compétences des soignants. On conçoit dès lors que la recherche et les publications ont été particulièrement axées sur les aspects pédagogiques. Cependant, de nombreux auteurs ont légitimement questionné le fait de savoir si cette technologie, certes originale et attractive, permettait réellement d'améliorer la santé de la population et si le coût engendré par les appareils et l'environnement nécessaire était justifié. Des travaux récents commencent à apporter des réponses positives sur ces deux aspects.

Matériel et organisation

En matière de simulation médicale, on peut schématiquement distinguer trois niveaux stratégiques, correspondant également au niveau d'investissement financier nécessaire.

Le niveau 1 est associé à l'enseignement des gestes simples : pose de voie veineuse périphérique, ponction lombaire, suture chirurgicale... L'enseignement de ces gestes nécessite un investissement relativement peu coûteux : un bras pour l'enseignement de la perfusion coûte environ 200 euros, et deux à trois matériels pour chaque geste sont suffisants pour former une promotion d'étudiants chaque année. Cet enseignement ne nécessite pas de locaux sophistiqués, et toute salle d'enseignement d'une faculté de médecine peut être utilisée. Cependant, comme pour toute formation incluant la simulation, une réelle organisation pédagogique est nécessaire.

La simulation peut aussi prendre la forme plus simple d'un logiciel informatique utilisant la notion de réalité virtuelle. Dans ce cas, le scénario se déroule sur un écran d'ordinateur (ou équivalent), et la relation avec l'apprenant ressemble plus à un jeu vidéo (*serious games*) dans lequel on peut trouver plusieurs niveaux de jeu, des avatars, des bonus... [5,6]. Actuellement, les jeux disponibles touchent essentiellement à l'urgence, au triage des patients et à la formation chirurgicale simplifiée et sont donc intéressants tant pour les personnes (médecins ou infirmières) en formation que pour les plus expérimentés. Ces jeux peuvent aussi être utilisés dans le cadre de l'éducation thérapeutique des patients [7]. Il existe encore peu de scénarios sous cette forme, car leur conception nécessite une interface avec des sociétés maîtrisant et s'intéressant à l'informatique médicale encore peu nombreuses. Il est cependant probable que cette modalité va se développer de façon importante, car l'utilisation pratique est plus simple, et la demande va être grandissante, de telle sorte que de plus en plus de fabricants vont se rendre compte qu'un véritable marché lucratif existe. Ici aussi se pose déjà le problème de la validation des scénarios et de leurs objectifs [6].

Dans ce niveau 1 (c'est-à-dire vue sous l'angle du coût et de la simplicité de mise en œuvre), la simulation peut aussi être développée afin de faire progresser les capacités comportementales et relationnelles des acteurs. Ici, par exemple, avec une table et deux chaises, un scénario préétabli et un « patient standardisé » (soit une personne qui n'est pas un professionnel de santé mais qui est formée, soit un médecin ou un personnel de l'équipe qui exécute un scénario), il est possible d'évaluer les capacités de raisonnement d'un étudiant en médecine ou d'un médecin plus expérimenté face à une urgence ou une quelconque situation médicale [8–10]. On peut aussi et surtout tester et approfondir les compétences relationnelles des apprenants face à des situations aussi habituelles que la consultation ou des situations plus stressantes telles que l'annonce d'une mauvaise nouvelle ou une demande d'organe [11,12]. Ici aussi, la réalisation des scénarios, la préparation des objectifs et la qualité du débriefing sont essentielles pour atteindre le résultat escompté.

Le niveau 2 correspond à l'enseignement sur simulateur haute-fidélité. Le matériel est beaucoup plus coûteux (> 50 000 euros pour un mannequin haute-fidélité), et son

installation nécessite une structure organisée et stable. La Haute Autorité de santé (HAS) a récemment établi le cahier des charges des centres et plates-formes de simulation, tant au plan technologique qu'organisationnel et a proposé une stratégie d'évaluation du fonctionnement de la structure¹. Un centre de simulation peut s'établir sur une surface de 100 à 200 m² au minimum, mais certains centres installés dans des universités nord-américaines comptent plusieurs milliers de mètres carrés, devenant alors de véritables entreprises de formation. Compte tenu de l'impact humain, logistique et financier, la gouvernance de la structure doit être réfléchie. Le centre doit comporter au minimum deux salles (salle de réalisation des séances et salle de débriefing) ainsi qu'un matériel de vidéo-transmission. La salle de débriefing est également le lieu où des observateurs peuvent suivre la réalisation en direct grâce à la vidéo-transmission, sans pour autant influencer les apprenants par des remarques, des commentaires ou des incitations à faire certains gestes. On considère généralement qu'il est indispensable pour les apprenants de participer au scénario afin que la rétention de la connaissance soit plus forte. Cette notion n'est cependant pas démontrée et pose un problème logistique important. Au sein de la salle où se déroulent les séances est installée une cabine, séparée par une glace sans tain, où se tient le technicien qui pilote le simulateur à partir de l'informatique reliée au mannequin. Cette proximité permet au technicien (souvent un médecin formé à la technologie) de réagir logiquement aux actions menées par l'apprenant en transmettant au mannequin des modifications physiologiques correspondantes aux objectifs du scénario. Les simulateurs réalistes comprennent un mannequin et une interface informatique permettant l'emploi de logiciels intégrant des données de physiologie, de physiopathologie et de pharmacologie. L'objectif de la simulation est d'approcher au plus près la réalité, permettant à l'apprenant et à son entourage de s'impliquer au mieux dans la situation simulée. Les simulateurs haute-fidélité sont des dispositifs performants permettant d'approcher au mieux (mais encore imparfaitement) les caractéristiques humaines. Il est possible notamment de parler au travers du simulateur ou de préenregistrer un texte. Le simulateur « respire » et « exhale » du CO₂. L'anatomie des voies aériennes supérieures et inférieures de même que la compliance pulmonaire peuvent varier pour former les intervenants à la prise en charge d'une ventilation ou d'une intubation difficile. Le simulateur permet l'entraînement à la pose de tous les dispositifs d'abord des voies aériennes, de l'intubation (intubation normale, intubation difficile, intubation et ventilation impossibles) à la ponction intercricothyroïdienne. L'arbre bronchique est réaliste jusqu'à la quatrième génération, permettant l'apprentissage de la fibroscopie ou de l'intubation sous fibroscopie. Les différents

pouls (radial, carotidien et fémoral) sont palpables. L'auscultation cardiaque et pulmonaire permet de reproduire des sons normaux et anormaux. Le simulateur peut être défibrillé, de même qu'un entraînement électrosystolique externe peut être utilisé. Tous les paramètres usuellement enregistrés en clinique peuvent être reproduits sur un écran (fréquence cardiaque, pression artérielle non invasive et invasive, SpO₂, EtCO₂, température, analyse des gaz, monitoring de la curarisation...). Le simulateur est piloté par un ordinateur permettant la programmation de divers scénarios. Notamment, dans le domaine de la rythmologie, plus de 1 000 rythmes cardiaques différents composent la base de données du simulateur. L'ordinateur permet également l'enregistrement des différentes actions pratiquées par les apprenants. Par exemple, un simulateur peut permettre d'enregistrer la profondeur de dépression thoracique réalisée au cours du massage cardiaque, information qui peut permettre à l'instructeur de savoir si l'apprenant a bien fait et à ce dernier de visualiser son action au cours du débriefing. Enfin, les simulateurs les plus performants sont dotés d'un module de reconnaissance de différents agents pharmacologiques, couplé à des modèles pharmacocinétiques complexes.

Les appareillages de très haute technicité (niveau 3) s'adressent à des équipes expérimentées et dans le cadre de la formation médicale continue, voire s'inscrivent dans la perspective d'un développement de nouvelles modalités thérapeutiques qui peuvent être utilisées chez les patients. Le robot chirurgical en est le modèle le plus connu [13,14]. Ces outils coûtent en général des sommes élevées (> 500 000 euros, voire plusieurs millions d'euros), et leur technologie évolue rapidement. Ces matériels hautement technologiques sont l'objet d'une intense activité de recherche de la part des industriels et des praticiens. Cela sous-entend la possibilité et l'intérêt d'un partenariat avec l'industrie, et au sein des universités de partenariats transdisciplinaires (médecins et chirurgiens, informaticiens, spécialistes des sciences psychosociales, de la réalité virtuelle, de l'imagerie...). On peut signaler par ailleurs que le développement d'outils de réalité virtuelle peut prendre des formes variées, allant de matériels légers (logiciels informatiques utilisables sur ordinateur de bureau tels que les *serious games* détaillés plus haut) à des appareillages lourds combinant plusieurs technologies (en particulier les matériels d'imagerie tels que scanner ou IRM) [15].

Simulateurs et formation initiale

Intuitivement, on pourrait penser que la formation sur simulateur s'adresse d'abord aux étudiants en médecine dans le cadre de la formation initiale ou aux internes dans le cadre de leur formation spécialisée. En réalité, de nombreuses catégories de personnels de santé peuvent bénéficier de formations sur simulateurs (secouristes, personnels paramédicaux,

¹ Haute Autorité de santé. Évaluation et amélioration des pratiques en matière de simulation en santé 2012 (en préparation).

personnels médicaux). Seuls varieront le thème ou la sophistication des scénarios, à tel point que l'emploi du simulateur peut aussi être utile en matière de formation médicale continue (FMC). Cet aspect peut être plus difficile à mettre en œuvre, car les médecins diplômés depuis de nombreuses années ne se prêtent pas nécessairement facilement à l'observation et au jugement par les autres. Pour étendre la simulation à cette catégorie de médecins, un travail en profondeur est nécessaire, modifiant la culture et permettant d'obtenir l'acceptation à participer sans crainte à des séances de simulation. La qualité du débriefing (non punitif et incluant des commentaires positifs, permettant à l'apprenant d'exprimer les difficultés qu'il a rencontrées) est cruciale (Tableau 1) [16,17]. Le débriefing peut lui-même être évalué afin d'en améliorer la qualité [18].

L'utilisation d'un simulateur dans la formation initiale a plusieurs avantages, pour l'apprenant comme pour le patient. Pour l'apprenant, il lui est épargné le « stress de la première fois » : l'entraînement initial sur le mannequin permet de

répéter un même geste, une même situation, jusqu'à une maîtrise parfaite de la technique, sans danger pour le patient. Cette pédagogie de la répétition n'est pas possible sur un même patient, ce d'autant plus que la situation simulée peut être rare. Concernant les gestes techniques, le simulateur permet l'apprentissage de la gestion des voies aériennes, la pose de voies veineuses centrales ou périphériques, la cannulation d'une artère, la pose d'un drain thoracique, l'exsufflation d'un pneumothorax compressif, le drainage péricardique... Les situations cliniques simulées sont très diverses, dans la mesure où elles peuvent être programmées sur ordinateur (prise en charge de l'arrêt cardiaque, des troubles du rythme, d'un bronchospasme, d'un état de choc, d'une hyperthermie maligne...). Dans la mesure où les simulateurs de dernière génération reproduisent assez fidèlement la physiologie (notamment pulmonaire), ils peuvent être utilisés pour tester de nouveaux matériels de monitoring ou démontrer les effets d'un ou plusieurs médicaments. Enfin, pour le patient, il lui est épargné l'inconfort de servir de « cobaye ».

Tableau 1 Qualités principales que doit comporter un débriefing

1. Débuter le débriefing en faisant discuter le ressenti par les acteurs, afin d'évacuer les tensions (« comment avez-vous trouvé que cela s'est passé ? Étiez-vous à l'aise ? ... »)
2. Faire décrire ce qui s'est passé sur le plan technique et médical
3. Pousser à faire expliciter les événements et les problèmes (« obliger à formuler », éventuellement en reposant la question différemment, pour permettre la compréhension par l'expression) : « comment avez-vous fait ? », « à quel moment avez-vous fait cela ? ... »
4. Ne pas rester sur un doute ou une incompréhension (qu'elle soit sur l'aspect technique ou comportemental)
5. Éviter les phrases négatives (« pourquoi n'avez-vous pas fait cela ? »)
6. Laisse l'étudiant élaborer sur les événements et les comportements
7. Laisser des silences, si nécessaire, pour permettre aux acteurs de reprendre la parole
8. Mettre en avant les points positifs, cela donne confiance
9. Synthèse finale :
 - a. Faire verbaliser par l'apprenant que la séance était une bonne chose, que cela a été utile
 - b. Questions ouvertes au début puis cibler les points positifs et à améliorer
 - c. Faire énoncer les objectifs pédagogiques atteints
 - d. Finir par une transposition au réel : « vous venez de passer sur un simulateur : qu'est-ce que cela va changer dans votre pratique ? »

Simulateurs et évaluation des pratiques professionnelles (EPP)

La loi du 13 août 2004 de réforme de l'assurance maladie soumet tous les médecins à une obligation d'évaluation de leurs pratiques professionnelles. L'évaluation des pratiques se traduit par un double engagement des médecins : ils s'engagent à fonder leur exercice clinique sur des recommandations, mais ils doivent aussi mesurer et analyser leur pratique en référence à celles-ci. Les modalités de mise en œuvre de l'EPP par les équipes médicales sont nombreuses et diversifiées. Elles peuvent inclure des approches qui, par exemple, permettent de mieux contrôler les processus de soins en plaçant l'évaluation au sein des pratiques cliniques (chemins cliniques, arbres de décision diagnostique ou thérapeutique, etc.).

Dans ce contexte, l'utilisation d'un simulateur pourrait parfaitement répondre à ces objectifs, permettant de comparer régulièrement les pratiques effectuées et les résultats obtenus avec les recommandations professionnelles.

Bien que la mise en œuvre de décisions réglementaires sur l'EPP soit longue à s'installer et évolue au fil des ans, s'inscrivant aujourd'hui dans le concept de développement professionnel continu qui inclut la FMC, la simulation peut être intégrée sans difficulté à cette stratégie.

Simulateurs et apprentissage de la gestion de crise et de la communication opérationnelle (compétences non techniques)

En aéronautique existe depuis longtemps la notion de *crew resource management* (CRM), c'est-à-dire la formation de l'équipage d'un avion à exécuter au mieux les actions

nécessaires à la sauvegarde des passagers en cas d'accident grave. En médecine et particulièrement en situation aiguë, telle que rencontrée aux urgences, au bloc opératoire ou en réanimation, s'est aujourd'hui instaurée la notion similaire de *crisis resource management* (CRM également) qui présente la même philosophie. De cette notion découle par exemple la capacité à gérer ses propres émotions et à mettre en œuvre ou accepter le leadership [19–21].

Pour un praticien qualifié, le simulateur permet de tester et d'améliorer l'interaction entre le praticien et son équipe lors de la gestion d'une situation de crise, et ce d'autant plus que cette situation se produit rarement. Le simulateur permet une formation continue à la gestion des incidents critiques avec la prise en compte des facteurs humains dans la cascade des événements. Les objectifs de la formation non technique sur simulateur sont alors de :

- reconnaître précocement l'incident ;
- faire appel à des renforts ;
- prendre la direction des actions ;
- gérer les moyens disponibles et ;
- répartir les tâches de travail (communication entre les différents acteurs).

Au cours des dix dernières années ont été développées diverses échelles ou scores permettant d'évaluer les compétences non techniques. La plus connue en médecine aiguë est celle de Fletcher et al., dite ANTS (Tableau 2) [22]. La répétition de l'algorithme sur l'arrêt cardiaque ou d'un scénario de traumatisme permet à l'équipe d'éprouver son fonctionnement commun d'une façon sûre et efficace. Plus que l'apprentissage des gestes, le travail sur simulateur dans ce

contexte permet d'améliorer le travail en équipe et la communication opérationnelle.

Ces sessions de formation sur simulateur peuvent être filmées, permettant à d'autres apprenants de voir en direct le scénario se dérouler et donc d'apprendre en visualisant les réussites et erreurs des autres. Cette vidéotransmission (avec enregistrement) permet aussi et surtout un débriefing, voire la réalisation d'une étude de recherche sur la simulation en réanalysant secondairement les séances. En effet, la séquence briefing-séance sur simulateur-débriefing est un pilier de cette nouvelle pédagogie, permettant à l'apprenant de revoir ses erreurs ou ses omissions et renforçant dès lors la mémorisation de la bonne séquence, que les objectifs de l'enseignement soient techniques ou non techniques.

Modalités de réalisation des scénarios et évaluation des séances

Aujourd'hui en France, la simulation est utilisée uniquement dans une perspective formative, c'est-à-dire ayant pour but d'améliorer les compétences des apprenants. Cette étape est probablement nécessaire pour faire accepter le principe des séances de simulation, notamment par les plus expérimentés qui ne souhaitent pas se voir en situation difficile, voire inadéquate devant un public connu ou étranger. Il apparaît donc encore trop tôt pour introduire les séances de simulation comme paramètre de décision sur la compétence, voire comme critère d'obtention d'un diplôme. Aux États-Unis en revanche, la simulation a été incluse par le *National Board of Medical Examiners* et l'*American Board of Medical Specialties* comme méthode d'évaluation des résidents de façon officielle depuis plusieurs années. Cette différence tient probablement à l'antériorité de l'expérience en simulation qu'ont les universités américaines, leur permettant aujourd'hui d'inclure la simulation dans la validation des diplômes. En anesthésie, l'*American Society of Anesthesiologists* (ASA) a créé un *Workgroup on Simulation Education* (pour la formation médicale continue), un *Committee on Outreach Education* (réflexion sur la pédagogie) et a élaboré un *White Paper on Approval of Anesthesiology Simulation Programs*. L'ASA a aussi établi la liste des centres de simulation (*ASA Simulation Registry*), réalisé des enquêtes sur la simulation (*Simulation Surveys*) et organise une journée dédiée annuellement à la simulation (*Simulation Saturday*). Enfin a été créée une exposition (*Simulation Expo*) du matériel de simulation où médecins, formateurs et industriels se rencontrent pour discuter et présenter les avancées récentes dans ce domaine.

On voit donc que la validation des connaissances et des compétences par simulation est possible aux États-Unis. Cependant, s'engager dans une telle voie comporte de nombreuses difficultés. La réalisation des scénarios est délicate, de même que la définition des critères de bonne ou mauvaise

Tableau 2 Principaux composants du score ANTS [22]

| Catégories | Actions |
|-------------------------------------|--|
| Organiser le travail | Planifier Définir les priorités Appliquer les référentiels |
| Travail en équipe | Identifier et utiliser les ressources Coordonner les activités de l'équipe Échanger les informations Utiliser les capacités de l'équipe Évaluer les capacités de l'équipe Soutenir l'équipe |
| Prise de conscience de la situation | Récupérer l'information Reconnaître et comprendre cette information Anticiper les problèmes |
| Prise de décision | Identifier les options Mesurer la balance risques/bénéfices Réévaluer la situation |

pratique, que cette pratique soit technique ou non technique. Les développeurs de scénarios sont généralement des médecins de la discipline concernée, expérimentés, voire des experts et ayant donc la capacité de choisir dans la pratique les points essentiels que les étudiants (ou les apprenants en général) doivent absolument posséder [23]. Le scénario et son évaluation comporteront la définition des actions à réaliser, mais l'ordre de mise en œuvre est souvent important et sera donc intégré dans la mesure de la performance. Une bonne pratique consiste à soumettre le scénario et la grille de mesure à d'autres équipes pour valider le fait que l'approche choisie est vraiment généralisable [24]. Le rôle de formateur n'est pas non plus toujours intuitif, et plusieurs obstacles existent. La relation avec les apprenants n'est pas toujours aisée quel que soit leur niveau d'ancienneté, et un intérêt intrinsèque pour la pédagogie est important. La parole doit être positive et permettre l'expression des difficultés rencontrées par l'apprenant. L'identification des erreurs ou insuffisances est souvent difficile même en s'aidant d'une grille de suivi pendant le scénario. On ne peut pas tout voir, tout interpréter en quelques secondes dans une situation éminemment évolutive et stressante, l'œil qui regarde la feuille de notation quitte la scène pendant quelques instants au cours desquels peuvent se dérouler des actions importantes. De plus, l'interprétation par chacun des bonnes ou mauvaises actions n'est pas toujours simple, notamment en matière de compétences non techniques, plus subtiles à identifier ou à qualifier. Les formateurs doivent donc être eux-mêmes formés à la compréhension des grilles de lecture des évaluations afin que le résultat soit reproductible entre évaluateurs [25].

La simulation comme moyen d'analyse ergonomique

En organisant les locaux de la salle de simulation selon une configuration ou une autre, en utilisant un matériel ou un autre, on peut ainsi évaluer la réaction des professionnels et identifier des solutions techniques plus ou moins performantes. On peut ainsi tester si le positionnement du respirateur à gauche du patient dans une chambre de réanimation est plus efficace que son positionnement à droite, en essayant différents modèles de soins (par exemple avec un soignant gaucher ou droitier). On peut tester le positionnement du monitoring dans un bloc opératoire ou une réanimation et évaluer si une position est plus favorable en termes de lisibilité. On peut tester si un support plafonnier de monitoring (et/ou de respirateur) est plus ergonomique pour les soignants qu'un support sur un chariot posé au sol. On peut ainsi tester de nouveaux lits de réanimation, de nouveaux matériels, dans différents scénarios proches de la clinique mais suffisamment standardisés pour permettre une mesure. Cet aspect de la recherche en simulation médicale est encore débutant.

Performance individuelle et clinique

La base fondamentale du développement de la simulation est la notion que son emploi améliore la connaissance et les compétences et en conséquence que son emploi aura des effets bénéfiques sur la prise en charge médicale des patients. S'il existe une quantité très importante de données évaluant les effets de la simulation sur la connaissance et les compétences, aujourd'hui seulement quelques études suggèrent l'effet bénéfique de la simulation sur la prise en charge clinique par des médecins ayant bénéficié d'une formation complémentaire par simulation [26].

La simulation permet d'obtenir une meilleure capacité (par rapport à la formation théorique traditionnelle) de l'étudiant à prendre en charge une situation médicale simulée, par exemple dans un scénario de douleur thoracique ou d'infarctus aux urgences dans lequel l'action ne comporte pas de geste technique, mais une évaluation médicale classique, c'est-à-dire incorporant la prise des antécédents, l'examen physique, la prescription d'examens et de thérapeutiques [27]. Cette amélioration de la performance est également vraie pour les situations où l'action technique est prédominante. Ainsi, dans un scénario d'arrêt cardiaque, la simulation permet à l'apprenant d'obtenir de meilleurs scores que la formation traditionnelle [28].

Cependant, si cette question semble aujourd'hui résolue, d'autres aspects sont beaucoup moins clairs. Par exemple, une question essentielle est la notion de rétention, c'est-à-dire le fait que la connaissance acquise persiste au long terme et ne soit pas rapidement éliminée de la mémoire par l'effet du temps et de l'acquisition d'autres connaissances. Dans ce domaine, la littérature suggère que la simulation améliore la rétention de la connaissance mais n'en donne pas de preuve forte. Dans l'étude de Lo et al. citée plus haut par exemple [28], la rétention de la connaissance sur le management d'un arrêt cardiaque n'est pas différente selon que l'étudiant a été formé par les moyens traditionnels ou par simulation. Un autre sujet d'intérêt est le besoin de répétition pour renforcer la connaissance. Il est intuitivement logique de penser que la répétition des séances avec un scénario identique (ou similaire) sur un sujet donné améliorera le résultat ; si la réponse est positive — ce qui semble être le cas dans la majorité des études de la littérature —, d'autres questions surgissent alors et notamment celle de savoir combien de répétitions seraient nécessaires pour obtenir une connaissance optimale. La question de la répétition des séances se heurte aussi à des aspects logistiques majeurs. En effet, il est aujourd'hui difficile en France de soumettre la totalité des apprenants à une unique séance de simulation au long de leur internat par exemple, alors comment envisager la répétition du même scénario...

Les études ayant évalué le bénéfice clinique de la formation par simulation sont extrêmement rares aujourd'hui et ne sont disponibles que dans un domaine, celui de la pose des cathéters veineux centraux. Barsuk et al. [29], dans une étude randomisée, ont montré que les capacités techniques et les résultats immédiats pour le patient (nombre de ponctions, besoin d'ajustement de la position de l'aiguille, pneumothorax, taux de succès) sont meilleurs lorsque l'interne a été formé sur un simulateur adapté à ce geste par rapport à l'apprentissage par les méthodes traditionnelles (formation théorique et compagnonnage). De même, Khouli et al. [30] ont comparé deux modes d'apprentissage de la ponction veineuse centrale : vidéo-training combiné avec simulation (dans une pièce dédiée avec l'ensemble du matériel que contient une chambre de réanimation) versus vidéo-training seul. Les auteurs ont comparé les taux d'infections sur cathéter au cours du temps dans leur réanimation (avant et après introduction de la formation par simulation) et avec une unité de réanimation où aucune intervention n'avait eu lieu. Un score en 24 points (0–4 pour chaque étape) évaluait la préparation non stérile, le lavage des mains, la préparation du matériel stérile, la mise de gants et de la casaque stériles, enfin l'installation des champs stériles. La formation par simulation améliorait de façon significative la qualité des gestes réalisés chez les patients et réduisait le taux d'infections de façon importante. Barsuk et al., dans une étude complémentaire, ont également montré la réduction du taux d'infections au sein de leur unité de réanimation après introduction de la formation par simulation et ont observé dans cette seconde période un taux d'infections significativement plus faible que dans une autre unité de comparaison [31].

Enfin Cohen et al. [32] ont réalisé une étude interventionnelle cas-témoin en observant la réduction du taux d'infections systémiques liées aux cathéters veineux centraux après formation et une étude des coûts dans une unité de réanimation avant–après formation par simulation. Grâce à la prévention d'environ dix infections en un an grâce à la simulation et connaissant le coût d'une infection (estimé à 82 000 dollars et 14 jours d'hospitalisation supplémentaires en réanimation) et celui d'un programme de formation par simulation (estimé à 112 000 dollars), les auteurs observent un gain net annuel supérieur à 700 000 dollars pour cette réanimation et considèrent donc la simulation comme coût-efficace.

Le simulateur comme outil de recherche « clinique »

Le simulateur permet de reproduire des situations cliniques à l'identique. Par exemple, il est possible de simuler des conditions d'intubation difficiles identiques au cours du temps. Utilisant cette propriété, Twigg et al. par exemple ont démontré sur simulateur que les conditions d'intubation

étaient moins bonnes avec des lames de laryngoscope à usage unique qu'avec des lames métalliques [33]. Grâce au simulateur, les conditions d'intubation étaient parfaitement comparables entre chaque tentative d'intubation. De nombreux autres exemples d'études sont envisageables avec le simulateur, simplifiant l'analyse des résultats en raison du caractère homogène des scénarios. Des recherches sur la méthodologie de la simulation elle-même (par exemple amélioration de la qualité du débriefing, analyse du comportement des formateurs ou des apprenants) sont également possibles et intéressantes.

Limites des simulateurs réalistes d'anesthésie-réanimation

Les coûts directs d'un simulateur performant sont importants, variant de 50 000 à plus de 150 000 euros à l'achat, auxquels il convient d'ajouter des frais de maintenance. De plus, la mise en situation d'un apprenant est d'autant plus crédible que tout l'environnement du simulateur est proche de son activité quotidienne : il est important de recréer autour du simulateur un bloc opératoire, une ambulance ou une salle d'accueil d'urgences afin d'immerger complètement l'apprenant dans la situation simulée. Les coûts engendrés alors par le décor, les fluides médicaux sont à prendre en compte. De plus, les coûts en personnels sont très élevés. Ils comprennent la formation des instructeurs (médecins, infirmiers) et le coût des heures passées à l'instruction. Ces coûts importants sont clairement un frein au développement de la simulation. En effet, en médecine, à la différence d'autres domaines, les coûts de simulation sont volontiers supérieurs à la situation réelle (exemple d'une heure de vol sur un avion grande ligne).

Bien que les simulateurs soient actuellement très performants, toutes les situations cliniques ne peuvent encore être simulées. De plus, le mannequin manque encore de réalisme, pouvant représenter un frein dans l'implication de l'apprenant dans le scénario. Néanmoins, les progrès sont permanents, et l'on peut espérer pour l'avenir des mannequins de plus en plus performants et crédibles.

Conclusion

Comparée à d'autres domaines techniques (aviation, industrie nucléaire), la simulation en médecine n'en est qu'à ses débuts. Elle permet la formation initiale et continue de tous les intervenants de la chaîne médicale. Plus encore, elle permet la formation et l'entraînement à la gestion des situations de crise, où l'on sait que les facteurs humains sont prépondérants dans la réussite ou l'échec d'une situation. Les études récentes suggèrent que la mise en œuvre d'une

formation par simulation améliore le pronostic des patients. Cette démonstration ne concerne aujourd'hui que de rares domaines, essentiellement de nature technique. Les compétences non techniques (leadership, communication...) et le comportement des médecins vis-à-vis des patients peuvent être très favorablement influencés par la simulation. D'autres champs de la simulation et d'autres méthodes se développent à grande vitesse et touchent de plus en plus de spécialités médicales ou chirurgicales. Le développement de la simulation est freiné par son coût très élevé, les limitations techniques qui disparaissent à la vitesse vertigineuse des progrès technologiques, ainsi que par la mentalité des médecins qui évolue favorablement et rapidement. Néanmoins, dans une perspective d'amélioration de la qualité des soins et de la sécurité, à l'instar d'autres domaines, la simulation est vouée à un développement qui apparaît aujourd'hui irréversible.

Conflit d'intérêt : les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt.

Références

- Boulet JR, Murray DJ (2010) Simulation-based assessment in anesthesiology requirements for practical implementation. *Anesthesiology* 112:1041–52
- Cook RI, Woods DD (1996) Implications of automation surprises in aviation for the future of total intravenous anesthesia (TIVA). *J Clin Anesth* 8:29S–37S
- Gaba DM (2000) Anaesthesiology as a model for patient safety in health care. *Br Med J* 320:785–8
- Denson JS, Abrahamson S (1969) A computer-controlled patient simulator. *JAMA* 208:504–8
- Qin J, Chui YP, Pang WM, et al (2010) Learning blood management in orthopedic surgery through gameplay. *IEEE Comput Graph Appl* 30:45–57
- Graafland M, Schraag JM, Schijven MP (2012) Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. *Br J Surg* 99:1322–30
- Thompson D (2012) Designing serious video games for health behavior change: current status and future directions. *J Diabetes Sci Technol* 6:807–11
- Schwartz A, Weiner SJ, Harris IB, Binns-Calvey A (2010) An educational intervention for contextualizing patient care and medical students' abilities to probe for contextual issues in simulated patients. *JAMA* 304:1191–7
- Weiner SJ, Schwartz A, Weaver F, et al (2010) Contextual errors and failures in individualizing patient care: a multicenter study. *Ann Intern Med* 153:69–75
- Zollo RA, Lurie SJ, Epstein R, Ward DS (2009) Patterns of communication during the preanesthesia visit. *Anesthesiology* 111:971–8
- van Weel-Baumgarten EM, Brouwers M, Grosfeld F, et al (2012) Teaching and training in breaking bad news at the Dutch medical schools: a comparison. *Med Teach* 34:373–81
- Curtis JR, Engelberg RA, Wenrich MD, et al (2002) Studying communication about end-of-life care during the ICU family conference: development of a framework. *J Crit Care* 17:147–60
- Lallas CD, Davis JW and Members of The Society of Urologic Robotic Surgeons (2012) Robotic surgery training with commercially available simulation systems in 2011: a current review and practice pattern survey from the society of urologic robotic surgeons. *J Endourol* 26:283–93
- Mabrey JD, Reinig KD, Cannon WD (2010) Virtual reality in orthopaedics: is it a reality? *Clin Orthop Relat Res* 468:2586–91
- Agarwal N, Schmitt PJ, Sukul V, Prestigiacomo CJ (2012) Surgical approaches to complex vascular lesions: the use of virtual reality and stereoscopic analysis as a tool for resident and student education. *BMJ Case Rep*. pii: bcr0220125859
- Ahmed M, Sevdalis N, Paige J, et al (2012) Identifying best practice guidelines for debriefing in surgery: a tri-continental study. *Am J Surg* 203:523–9
- Zigmont JJ, Kappus LJ, Sudikoff SN (2011) The 3D model of debriefing: defusing, discovering, and deepening. *Semin Perinatol* 35:52–8
- Arora S, Ahmed M, Paige J, et al (2012) Objective structured assessment of debriefing: bringing science to the art of debriefing in surgery. *Ann Surg* Aug 256:982–8
- Riem N, Boet S, Bould MD, et al (2012) Do technical skills correlate with non-technical skills in crisis resource management: a simulation study. *Br J Anaesth* 109:723–8
- Reader T, Flin R, Lauche K, Cuthbertson BH (2006) Non-technical skills in the intensive care unit. *Br J Anaesth* 96:551–9
- Flin R, Patey R (2011) Non-technical skills for anaesthetists: developing and applying ANTS. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 25:215–27
- Fletcher G, Flin R, McGeorge P, et al (2003) Anaesthetists' Non-Technical Skills (ANTS): evaluation of a behavioural marker system. *Br J Anaesth* 90:580–8
- Murray DJ, Boulet JR, Avidan M, et al (2007) Performance of residents and anesthesiologists in a simulation-based skill assessment. *Anesthesiology* 107:705–13
- Scavone BM, Sproviero MT, McCarthy RJ, et al (2006) Development of an objective scoring system for measurement of resident performance on the human patient simulator. *Anesthesiology* 105:260–6
- Graham J, Hocking G, Giles E (2010) Anaesthesia non-technical skills: Can anaesthetists be trained to reliably use this behavioural marker system in 1 day? *Br J Anaesth* 104:440–5
- Okuda Y, Bryson EO, DeMaria S Jr, et al (2009) The utility of simulation in medical education: what is the evidence? *Mt Sinai J Med* 76:330–43
- McCoy CE, Menchine M, Anderson C, et al (2011) Prospective randomized crossover study of simulation vs. didactics for teaching medical students the assessment and management of critically ill patients. *J Emerg Med* 40:448–55
- Lo BM, Devine AS, Evans DP, et al (2011) Comparison of traditional versus high-fidelity simulation in the retention of ACLS knowledge. *Resuscitation* 82:1440–3
- Barsuk JH, McGaghie WC, Cohen ER, et al (2009) Simulation-based mastery learning reduces complications during central venous catheter insertion in a medical intensive care unit. *Crit Care Med* 37:2697–701
- Khouli H, Jahnes K, Shapiro J, et al (2011) Performance of medical residents in sterile techniques during central vein catheterization: randomized trial of efficacy of simulation-based training. *Chest* 139:80–7
- Barsuk JH, Cohen ER, Feinglass J, et al (2009) Use of simulation-based education to reduce catheter-related bloodstream infections. *Arch Intern Med* 169:1420–3
- Cohen ER, Feinglass J, Barsuk JH, et al (2010) Cost savings from reduced catheter-related bloodstream infection after simulation-based education for residents in a medical intensive care unit. *Simul Healthc* 5:98–102
- Twiggs SJ, McCormick B, Cook TM (2003) Randomized evaluation of the performance of single-use laryngoscopes in simulated easy and difficult intubation. *Br J Anaesth* 90:8–13