

# Evaluation d'un enseignement magistral par simulateur d'anesthésie informatique en formation initiale des infirmiers anesthésistes

Vincent PIRIOU, Serge MOLLIEUX, Jean-Pierre TOURNADRE, Guy LLORCA,  
Françoise CHAUMETTE, Olivier BASTIEN, Jean-Jacques LEHOT

**Résumé** *But* : Evaluer la pertinence d'un cours magistral par simulateur d'anesthésie (SA) informatique projeté par vidéo projecteur, comparé à un enseignement magistral par transparents lors d'une formation initiale. **Matériel et méthodes** : Il s'agit d'une étude prospective randomisée. Après consentement et accord du comité d'éthique, nous avons comparé un enseignement par transparents (groupe T, n = 18) à un enseignement magistral par SA informatique (Anesthesia Simulator Consultant) (groupe SA, n = 19). La population cible était des élèves en 1<sup>ère</sup> année d'école d'infirmier(e)s anesthésistes. Le thème choisi était l'hyperthermie maligne. L'évaluation des élèves consistait en un prétest, un post-test immédiat similaires et une enquête de satisfaction. Une évaluation tardive a été réalisée à 2 et à 9 mois. Les tests étaient notés sur 100, et les résultats exprimés en moyenne  $\pm$  écart type. **Résultats** : Les résultats des notes des pré-tests ne différaient pas entre les deux groupes. Malgré une amélioration des notes, les résultats des post tests précoces ne montraient pas de bénéfice pour l'enseignement magistral par SA. Malgré des indices de satisfaction supérieurs pour l'enseignement par SA, les résultats des notes des post tests tardifs à 2 mois puis à 9 mois ne différaient pas entre les deux groupes. **Conclusion** : Bien que l'étude n'ait pas montré de bénéfice significatif en ce qui concerne l'acquisition mémorielle à court ou à long terme, possiblement du fait d'une puissance de l'étude trop faible, l'enseignement par SA a présenté un avantage sur la satisfaction globale des étudiants.

**Mots clés** Pédagogie ; Simulateur d'anesthésie ; formation initiale.

**Summary** *Purpose*: To compare the educational value of a computer based anaesthesia simulator presented through video projection to a group of students with conventional teaching in an introductory anaesthetics course. **Material and methods**: This is a prospective, randomised study. A group of nurses entering the first year of a speciality diploma in anaesthetics were randomised to either a traditional tuition with transparencies on an overhead projector (Group T, n=18) or to a tuition using a computer package (Anesthesia Simulator Consultant) as an audio-visual aid (AS, n=19). The chosen topic was malignant hyperthermia. All students agreed to participate and the project was approved by the local Ethics Committee. The assessment consisted in a written test given at baseline before the teaching sessions and repeated immediately afterwards. Students were also asked to grade the quality of the teaching received, and underwent further written tests on theoretical knowledge after two months and nine months. All tests were scored from 0-100 and the results are presented as mean (SD). **Results**: At baseline, there was no difference between the groups. Immediately afterwards, there was a marked increase in the mean scores in both groups but with no significant difference between the groups. However, the students expressed a marked preference for the computer based tuition system. The follow-up assessments at two months and at nine months showed no significant differences between the groups. **Conclusion**: Although students preferred the computer based tuition system, there was no objective evidence that it performed better than traditional methods either in the short term or over a longer period.

**Keywords** Teaching methods; Anaesthesia; Educational aids; Anaesthesia simulator.

*Pédagogie Médicale 2002 ; 3 : 108-115*

Institution dans laquelle l'étude a été réalisée : Institut de formation aux carrières de santé - Ecole IADE - 5 Avenue Esquirol. 69 424 Lyon cedex 03 - FRANCE

Correspondance : Vincent PIRIOU- Hôpital Cardio-Vasculaire et pneumologique Louis Pradel - Service d'Anesthésie Réanimation, B16.- 28 Avenue Doyen Lépine 69 500 LYON BRON - France- Fax : + 33 (0) 4 72 35 73 14  
mailto:piriou@univ-lyon1.fr

## Introduction

L'anesthésie est une discipline qui se prête volontiers à l'acquisition des données par un apprentissage en situation tel que peuvent l'offrir les simulateurs. En effet, l'anesthésiste doit faire face à un certain nombre de situations aiguës, dont l'incidence est relativement faible, mais dont les conséquences peuvent être dramatiques. Le diagnostic de tels incidents doit être rapide et la conduite à tenir intuitive et quasi immédiate. La simulation pourrait permettre de conditionner le soignant face à de tels événements. Les simulateurs permettent à l'élève de vivre une situation critique qui sera rarement rencontrée en pratique quotidienne. L'enseignement grâce à des machines de simulation est largement utilisé en aviation, discipline soumise à des impératifs proches de ceux de l'anesthésie, afin de permettre l'acquisition des notions cognitives et psychomotrices adéquates.

Les premiers simulateurs d'anesthésie (SA) datent d'une trentaine d'années<sup>1</sup>. On distingue les simulateurs anatomiques qui permettent l'apprentissage des gestes, les simulateurs lourds qui reproduisent l'ambiance d'une véritable salle d'opération et les simulateurs plus légers qui sont représentés par un logiciel et un écran d'ordinateur.

Historiquement, les SA les plus archaïques étaient représentés par des mannequins conçus pour l'apprentissage des gestes élémentaires à réaliser lors d'un arrêt cardio-respiratoire (massage cardiaque externe, intubation trachéale). Le premier véritable SA a été décrit en 1969 par l'université de Californie du Sud<sup>1</sup>; SIM I était l'ancêtre des simulateurs lourds, il était constitué par un mannequin avec perception des pouls et auscultation des bruits du cœur, et était capable de réagir lors de l'injection intraveineuse de produits en reconnaissant les différents agents par le diamètre de l'aiguille. La sonde d'intubation présentait des repères magnétiques qui permettaient d'optimiser sa position. Malgré un travail qui a montré l'utilité pédagogique d'un tel matériel<sup>2</sup>, les SA sont par la suite tombés temporairement dans l'oubli en raison d'un coût d'utilisation exorbitant et d'un développement micro-informatique insuffisant.

Depuis une dizaine d'années, l'utilisation des simulateurs d'anesthésie a connu d'importants développements, parallèlement à l'évolution de l'informatique. Soixante dix SA lourds mimant l'environnement chirur-

gical d'une salle d'anesthésie étaient, en effet, utilisés dans le monde en 1998, alors que seulement 2 ans auparavant, il n'y en avait que 20<sup>3</sup>. Malgré l'absence de validation en tant qu'outil pédagogique et de fiabilité en tant qu'outil d'évaluation<sup>4</sup>, un tiers de ces SA lourds sont utilisés aux États-Unis dans des programmes de formation. Les méthodes de simulation pour la formation et l'évaluation sont employées avec succès depuis de nombreuses années dans des domaines divers, tel que l'aéronautique, dont l'activité associe la routine à un risque vital élevé. Les erreurs humaines étant responsables de plus de 50 % des accidents d'anesthésie, l'utilisation des SA paraît justifiée de prime abord. Les SA permettent à l'élève de se retrouver en situation de crise et d'apprendre à gérer en temps réel cette situation aiguë. La rareté et les conséquences dramatiques de tels incidents d'anesthésie rend l'enseignement et l'évaluation des élèves très difficile face à de tels problèmes. Les SA ont logiquement trouvé leur place dans la formation et l'entraînement à la gestion de situations de crise<sup>5</sup> puisqu'ils développent de façon quantifiable le savoir faire et le savoir être.

L'utilisation des SA reste encore mal définie. Ils ont été proposés comme outil pédagogique d'entraînement, d'apprentissage<sup>6</sup>, ou comme outil d'évaluation des connaissances des étudiants<sup>7-9</sup>, voire éventuellement pour évaluer une possible recertification. Les SA peuvent aussi être proposés pour définir des objectifs pédagogiques qui sont parfois incorrectement enseignés par les méthodes traditionnelles qui se focalisent sur le savoir plutôt que sur le savoir-être ou le savoir-faire. Gaba et al<sup>10</sup> ont montré par l'utilisation d'un simulateur « lourd », CASE (Comprehensive Anesthesia Simulation Environment), que certains cas critiques étaient mieux diagnostiqués et traités (arrêt cardiaque, déconnection du circuit respiratoire) que d'autres (intubation sélective, arythmie cardiaque). Par ailleurs, l'utilisation de simulateurs lourds permet de diagnostiquer des incidents mineurs qui seraient éventuellement passés inaperçus en situation réelle.

Garfield et al<sup>11</sup> ont évalué l'intérêt d'un simulateur de gaz anesthésique (Gasman), qui appartient aussi à la classe des simulateurs simples sur écran d'ordinateur, comme outil pédagogique d'auto-apprentissage. En réalisant des post-tests tardifs 8 semaines après l'utilisation libre du logiciel, ils ont montré une amélioration des connaissances proportionnelle au nombre d'heures d'utilisation du logiciel et une motivation importante

# Recherche et Perspectives

des étudiants. Malheureusement, cette étude ne comportait pas de groupe contrôle.

Tous ces types de simulateurs ont été proposés comme outils de formation (auto-formation) ou d'évaluation des anesthésistes<sup>12</sup>. Cependant, la valeur pédagogique de telles machines demeure mal connue, notamment en ce qui concerne la formation initiale. Le présent travail a pour objectif de comparer un enseignement traditionnel par cours magistral utilisant un support de transparents à une méthode d'enseignement magistral interactive basée sur l'utilisation d'un logiciel de simulation anesthésique.

## Matériels et méthodes

Une promotion de 37 élèves de l'Ecole d'Infirmier(e)s Anesthésistes des Hospices Civils de Lyon, France (Ecole Esquirol) inscrit(e)s en première année a été incluse après accord du Comité d'Ethique de l'Université Claude Bernard de Lyon, accord de l'équipe de direction de l'école et consentement éclairé.

Les étudiants ont été randomisés en deux groupes par l'administration de l'Ecole d'Infirmière. Les élèves de cette promotion avaient déjà reçu un bref enseignement théorique non spécifique en début d'année sur l'hyperthermie maligne (HM). Aucun de ces élèves n'a été auparavant confronté en situation réelle à un cas d'HM. Avant la réalisation de cette étude, il a été clairement précisé aux étudiants les buts de cette étude ainsi que leur libre participation. Aucun document écrit n'a été remis à l'issue de ces 2 enseignements.

## Enseignements, constitution des groupes

Les objectifs éducationnels communs aux 2 groupes étaient les suivants :

- connaître les antécédents particuliers qui prédisposent à la crise d'HM ;
- savoir reconnaître ou suspecter une crise d'HM à sa phase précoce ;
- connaître la conduite à tenir au bloc opératoire face à une crise d'HM ;
- connaître les agents susceptibles de déclencher une crise d'HM ;
- connaître les précautions à prendre en cas d'antécédent d'HM.

1- Le premier groupe (n = 19), groupe simulateur d'anesthésie (SA), a reçu un enseignement de

30 minutes. Cet enseignement a été scindé en deux parties, la première partie de 25 minutes correspondait à la présentation d'un cas clinique par vidéo-projecteur grâce à un logiciel de simulation anesthésique (*Anesthesia Simulator Consultant, Anesthesia Simulator 2.0, Anesoft corporation, WA, USA*). Il s'agit d'un logiciel qui représente en continu sur un écran d'ordinateur les paramètres vitaux du patient (pression artérielle, ECG, SaO<sub>2</sub>, EtCO<sub>2</sub>, température du patient, diurèse...), ainsi que les paramètres de surveillance habituels au bloc opératoire (monitorage de la ventilation, fraction expirée de gaz halogéné...). Grâce à ce logiciel, il est possible de représenter en temps réel l'évolution des différents paramètres lors de l'induction de l'intubation puis de l'entretien d'une anesthésie avec la plupart des agents disponibles en pratique clinique. Le simulateur permet, en outre, d'utiliser différents scénarios d'incidents d'anesthésie choisis volontairement ou au hasard. Ce logiciel possède une centaine de scénarios différents qui correspondent tous à des cas cliniques publiés dans la littérature. Celui choisi pour le présent travail est une crise d'HM décrit dans la littérature<sup>13</sup>. Ce thème a été choisi car il s'agit d'un incident rare, mais extrêmement classique qu'il convient de diagnostiquer très précocement et de traiter immédiatement en raison du pronostic désastreux qu'il peut engendrer. Le scénario montrait une élévation précoce progressive de la capnie et de la fréquence cardiaque suivie secondairement d'une élévation de la température et de l'apparition d'un collapsus cardio-vasculaire. L'enseignement a été réalisé par deux intervenants. Pendant qu'un des deux enseignants commentait oralement de façon interactive à l'ensemble des étudiants l'évolution du patient en insistant sur les différents objectifs éducationnels prédéfinis, le second enseignant manipulait l'ordinateur (il « endormait » le patient, l'intubait, injectait les différents produits...) à la demande de l'orateur et des étudiants et cochant sur une grille préétablie les différents objectifs éducationnels au fur et à mesure de leur réalisation. Après les 25 minutes consacrées à la vidéo-projection, un résumé du cours, en insistant sur les points forts développés, a été présenté en 5 minutes sous la forme de 6 diapositives

2- Les étudiants du deuxième groupe (n=18), groupe *transparent* (T), ont reçu le lendemain un enseignement traditionnel par transparents par le même orateur durant 30 minutes. Ils étaient censé ignorer la nature de l'enseignement délivré aux étudiants du premier groupe (V). Lors de ce second enseignement, le second interve-

nant présent dans la salle cohabit sur la même grille pré-établie les différents objectifs éducationnels au fur et à mesure de leur réalisation. Les étudiants étaient libres de poser des questions au fur et à mesure du déroulement de l'enseignement. Après analyse de la check-liste détaillée, il est apparu que les mêmes objectifs éducationnels ont finalement été traités dans les deux groupes.

## Evaluations (tests écrits)

### Prétest et post-test précoce

Un prétest et un post-test identiques (Annexe 1) sous forme d'un cas clinique composé de 4 questions a été réalisé avant puis immédiatement après les deux enseignements. Il s'agissait d'un cas clinique typique d'hyperthermie maligne, dans lequel il était demandé aux étudiants quel était leur diagnostic initial devant l'apparition de symptômes précoces, et la conduite à tenir. Le cas clinique était celui d'une femme opérée sous anesthésie générale comprenant de l'isoflurane. La patiente a présenté une tachycardie et une hypercapnie précoces. Le diagnostic initial le plus probable (question 1) était l'insuffisance d'anesthésie du fait de l'argument de fré-

quence et de la posologie des agents. Lors de la 3ème question, devant l'apparition de symptômes cette fois pathognomoniques, le correcteur attendait le diagnostic d'HM. Lors de la quatrième question, il était demandé quelle était la conduite à tenir devant ce diagnostic.

La grille de notation, sur 100 points, apportait 40 points à la première question, 30 points à la deuxième question, 20 points à la troisième et 10 points à la quatrième. Cette notation dégressive a été réalisée de façon à moins pénaliser les étudiants qui ne répondaient pas aux dernières questions, en raison des liens entre les différentes questions.

### Enquête de satisfaction

A la fin du post-test précoce, il a été demandé aux étudiants de remplir un formulaire de satisfaction. On demandait aux étudiants d'entourer une note de 1 à 10 pour chacun des items suivants concernant l'enseignement délivré : contenu, forme, intérêt, convivialité, satisfaction, qualité et utilité (en leur faisant préciser à quel groupe d'enseignement ils appartenaient).

### Post-test tardif

Deux mois plus tard, tous les étudiants étaient convoqués par l'administration de l'école pour subir un post-test tardif sans être prévenus du motif de la convocation afin d'éviter toute révision intempestive. Il a alors été clairement expliqué aux étudiants le but de cet examen, et il leur a été clairement notifié l'anonymat strict des notes.

#### Annexe 1 : Pré-test et post-test

Madame X est opérée en chirurgie orthopédique, elle pèse 70 kg et est ASA I.

Elle reçoit une anesthésie par propofol 2 mg/kg<sup>-1</sup>, sufentanil 15 µg, tracrיום 35 mg et un entretien par isoflurane 0,7 % téléeexpiratoire.

Elle est intubée, le ventilateur est réglé à 400 ml de volume courant et 9 cycles/min. de fréquence respiratoire.

Après induction et incision chirurgicale, elle présente une fréquence cardiaque à 120 battements/min. et une fraction expirée de CO<sub>2</sub> à 45mmHg. Les autres paramètres sont normaux.

**Question n°1 :** Quel est votre diagnostic ?

**Question n°2 :** Quelle est la conduite à tenir ?

**Question n°3 :** Malgré votre intervention, la fréquence cardiaque continue à augmenter à 150 battements/min, la PCO<sub>2</sub> à 50 mmHg, il apparaît une contracture musculaire. Quel est votre diagnostic ?

**Question n°4 :** Quelle est la conduite à tenir ?

#### Annexe 2 : Post test tardif

**Question n°1 :** Expliquer succinctement la physiopathologie de l'hyperthermie maligne.

**Question n°2 :** Citez les signes évocateurs d'une crise d'hyperthermie maligne en soulignant les deux plus précoces.

**Question n°3 :** Quel(s) diagnostic(s) différentiel(s) évoquer devant une suspicion d'hyperthermie maligne.

**Question n°4 :** Citer par ordre chronologique les mesures à prendre lors de la survenue d'une crise d'hyperthermie maligne.

**Question n°5 :** Quelles sont les circonstances de survenue d'une crise d'hyperthermie maligne ?

# Recherche et Perspectives

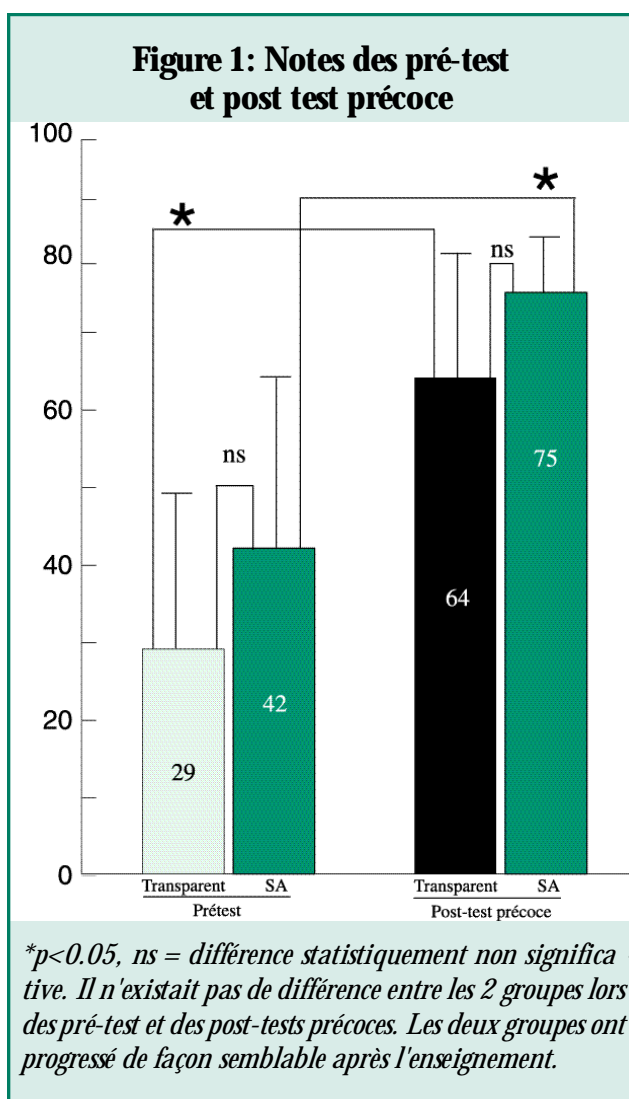
Les étudiants ont ici aussi été libres de leur participation. Ce post-test tardif comportait cette fois-ci des questions théoriques sur la crise d'HM sans lien entre elles. Ces questions (annexe 2) concernaient les objectifs éducationnels prédéfinis. Chaque question était notée en fonction d'une grille de correction qui comportait 20 points par question (5 questions).

Les mêmes questions ont été reprises 9 mois plus tard dans les mêmes conditions afin d'évaluer la rémanence mémorielle à distance liée aux 2 types d'enseignements. Pour chaque épreuve, les corrections des copies ont été réalisées en aveugle, sans connaître ni le nom de l'élève, ni le groupe auquel il appartenait. Ces corrections ont été effectuées par deux correcteurs, et les notes moyennées. En cas de désaccord de plus de 10 % de la valeur

de la note, les copies ont été revues et rediscutées. Avant de noter les copies, les correcteurs ont lu 10 copies afin d'apprécier l'homogénéité des réponses. Chaque question était notée en fonction de plusieurs items détaillés au sein d'une grille de correction préétablie.

## Analyse statistique

Les scores des questions ont été comparés par des test non paires, du fait de l'anonymat des copies. La proportion d'étudiants répondant correctement aux différents items a été comparée en utilisant une table de contingence permettant la réalisation de Chi-deux avec correction de Yates.  $p < 0.05$  était considéré comme le seuil de significativité. Les résultats sont exprimés en moyenne  $\pm$  écart-type (SD).



## Résultats

Trente sept élèves (19 dans le groupe SA, 18 dans le groupe T), soit la totalité de la promotion, ont reçu l'enseignement et ont rempli les pré et post-tests précoces, ainsi que l'enquête de satisfaction. Cependant, seuls 32 élèves (15 pour le groupe SA et 17 pour le groupe T) étaient présents lors du post-test tardif à 2 mois et 33 lors du post-test tardif à 9 mois.

*Pré-test* : il n'existait pas de différence significative en ce qui concerne la note du pré-test entre les deux groupes ( $29,2 \pm 19,5$  sur 100 pour le groupe T contre  $42,2 \pm 19,7$  sur 100 pour le groupe SA) (figure 1). 5 étudiants sur 19 (26 %) ont pu donner correctement le diagnostic d'HM à la troisième question dans le groupe SA, et 3 étudiants sur 18 (16,6 % de l'effectif) du groupe T, ont pu le donner (non significatif).

*Post-test précoce* : la figure 1 montre que les 2 groupes ont vu leurs notes progresser significativement entre le pré et le post-test. Il est à noter que l'écart-type des notes était très important pour le pré-test, alors qu'il s'est considérablement réduit lors du post-test précoce, ce qui dénote non seulement une progression du niveau de connaissances, mais aussi une homogénéisation des connaissances de chaque groupe. En effet, 100 % des étudiants ont donné le diagnostic d'hyperthermie maligne à la troisième question lors du post-test précoce. Cependant, les 2 groupes ne présentaient pas de différences de notation ( $74,6 \pm 9,3$  pour le groupe SA contre  $63,9 \pm 17,2$  sur 100 pour le groupe T).

*Enquête de satisfaction (Tableau I) :* Tous les items ont reçu une note moyenne supérieure à 9 dans les deux groupes. Il n'a pas été trouvé de différence entre les deux groupes pour les items en ce qui concerne l'intérêt, la convivialité et la qualité de l'enseignement. Une différence entre les deux groupes a été retrouvée pour les items satisfaction (9,95 contre 9,17 sur 10 pour le groupe T) et utilité. En ce qui concerne les items suivants : contenu et forme de l'enseignement, il existe une différence en faveur du groupe SA. Dans les deux groupes, le contenu de l'enseignement a cependant reçu une note moyenne supérieure à 9,5/10, alors que l'item forme de l'enseignement a été moins bien apprécié dans le groupe T (9,9 pour le groupe SA *versus* 8,5 /10 pour le T).

*Post-tests tardifs à 2 et à 9 mois :* les post-tests tardifs réalisés deux mois après le premier enseignement n'ont pas montré de différence en ce qui concerne les notes globales des deux groupes (49,5 ± 12,0 pour le groupe SA contre 44,1 ± 13,2 sur 100 pour le groupe T). En comparant les notes de chaque question, il n'y a pas de différence entre les deux groupes. Lors de cette évaluation à 2 mois, 73 % des étudiants étaient capables d'énumérer les deux signes d'hyperthermie maligne dans le groupe SA, alors que seulement 58 % étaient capables de le faire dans le groupe T (non significatif) ; 46 % des étudiants du groupe SA pouvaient hiérarchiser ces deux signes (tachycardie et hypercapnie) en les isolant des autres, alors que 35 % étaient capables de le faire dans le groupe T (non significatif).

L'analyse des réponses aux questions posées 9 mois après l'enseignement retrouve des résultats similaires, avec notamment l'absence de différence entre les groupes

(51,3 ± 11,6 pour le groupe SA contre 48,8 ± 11,7 sur 100 pour le groupe T).

## Discussion

Dans la présente étude, nous avons montré que l'enseignement magistral d'une situation aiguë en anesthésie pouvait être réalisé avec succès par méthode traditionnelle (transparents) ou par une méthode utilisant un logiciel de simulation anesthésique puisque les étudiants ont montré un enrichissement de leurs connaissances (amélioration de la moyenne lors du post test précoce) et une homogénéisation de leur niveau de connaissances (diminution de l'écart type des notes lors du post test précoce) dans les 2 groupes. Cependant, les résultats de cette étude ont montré de meilleurs indices de satisfaction chez les étudiants ayant reçu l'enseignement magistral par SA, témoignant d'un enthousiasme pour cette méthode interactive. Toutefois, lors des post-tests tardifs à 2 et à 9 mois, nous n'avons pas pu montrer de différence entre les deux groupes.

Les SA informatiques, tel que celui que nous avons utilisé, possèdent l'avantage d'un faible coût, de pouvoir être transporté sous forme de CD-rom et d'être attractif pour les étudiants. A notre connaissance, l'utilisation d'un SA informatique utilisé comme outil pédagogique lors d'un cours magistral, tel que nous l'avons utilisé dans notre travail, n'avait encore jamais été évaluée. On aurait pu s'attendre à ce que l'enseignement dispensé soit d'autant meilleur que les étudiants y prennent une part active. Cependant, malgré des indices de satisfaction supérieurs pour l'enseignement magistral par SA, ce

**Tableau I : Détail des notes des indices de satisfaction (sur 10)**

Groupes	Transparent	Simulateur d'anesthésie	Significativité
Contenu	9,50 ± 0,62	9,84 ± 0,37	*
Forme	8,55 ± 1,82	9,89 ± 0,31	*
Intérêt	9,44 ± 0,78	9,79 ± 0,71	
Convivialité	9,17 ± 1,46	9,79 ± 0,53	
Satisfaction	9,17 ± 1,65	9,95 ± 0,23	*
Qualité	9,44 ± 0,70	9,79 ± 0,71	
Utilité	9,50 ± 0,62	9,95 ± 0,23	*

\* *p* < 0,05 (différence entre les 2 groupes)

type d'enseignement n'a, dans notre étude, pas montré de bénéfice objectif par rapport à un enseignement traditionnel par transparent en ce qui concerne la rémanence mémorielle à long terme. Il est cependant troublant de constater que, malgré une progression et une homogénéisation des deux groupes lors des post-test précoces, les résultats des post-test tardifs sont décevants pour les deux groupes. Quelque soit la méthode utilisée, en l'absence d'examen ou de révision, la mémorisation reste faible. L'absence de différence retrouvée lors des post test tardifs peut être en partie expliquée par le fait que l'enseignement par SA portait sur une acquisition du savoir faire, alors que les questions posées exploraient plutôt le savoir. L'attractivité du mode d'enseignement par SA retrouvé dans notre étude peut être expliqué par la nouveauté et le côté concret que représente cet outil pédagogique. Les mauvais résultats globaux obtenus à la question 1 (physiopathologie de l'HM) peuvent être liées à la difficulté de la question, notamment pour la population cible représentée par des élèves infirmiers anesthésistes, pour qui cet objectif éducationnel est à la limite de ce qu'on peut leur demander. Cependant, il est surprenant de constater que dans les deux groupes, alors qu'il s'agissait de l'objectif éducationnel développé prioritairement, moins de la moitié des élèves était capables de déterminer les deux signes principaux d'une crise d'HM. Ceci est d'autant plus décevant que le cas clinique développé grâce au SA était basé sur l'apparition de ces deux signes.

L'effet attractif des SA, tel que nous l'avons retrouvé dans notre étude, a été montré dans d'autres travaux qui ont cependant souligné un degré d'anxiété important des élèves lors de la formation sur le simulateur<sup>5</sup>. Cet effet anxiogène est probablement lié à la participation active de l'élève dans ce type d'enseignement. Chopra et al<sup>6</sup> ont montré par des post-tests réalisés après 4 mois dans une étude contrôlée, que l'apprentissage par des simulateurs plus lourds, tels que le Leiden Anesthesia Simulator, améliorait la performance des anesthésistes, notamment le temps de réponse diagnostique et les procédures thérapeutiques face à un cas aigu (il s'agissait ici aussi d'un cas d'hyperthermie maligne). Cependant, contrairement à notre étude, les étudiants avaient un rôle actif de mise en situation qui peut expliquer une participation plus intense et une mémorisation de données moins théoriques que celles qui étaient dispensées dans notre étude.

*Limites de l'étude* : malgré des tendances en faveur de l'enseignement magistral par SA, notre étude n'a pas pu montrer de différences significative entre les 2 groupes. Une faible puissance de cet essai liée à un nombre insuffisant d'étudiants peut expliquer partiellement ce résultat, en effet par un calcul réalisé a posteriori, il aurait fallu inclure 120 élèves pour atteindre une puissance de 80 %. La population cible n'a pas été choisie parmi une population d'internes en anesthésie réanimation mais chez des élèves de 1ère année de l'Ecole d'Infirmier(e)s Anesthésiste car il s'agissait d'une population homogène, facilement accessible, qui semblait suffisamment nombreuse (n = 37) et qui n'a jamais été en contact réel avec la situation d'urgence représentée par l'HM. Les objectifs éducationnels peuvent paraître trop complexes pour la population cible choisie. D'une part, les infirmiers anesthésistes sont au contact permanent du patient, et il est de leur rôle de diagnostiquer précocement toute situation aiguë. Ils doivent alerter le médecin anesthésiste réanimateur au moindre doute et participer au traitement. D'autre part, dans notre étude, l'impossibilité de réaliser simultanément les 2 enseignements augmente les risques de communication d'un groupe à l'autre.

Le thème de l'hyperthermie maligne a été choisi, car il correspond à une situation critique idéale pour être enseigné par un SA. Toutefois, Il est prudent de ne pas généraliser ces résultats à d'autres thèmes enseignés en anesthésie réanimation par des simulateurs, tels que la pharmacologie ou la pharmacocinétique.

## Conclusion

Les SA représentent des outils pédagogiques à part entière. Bien que les simulateurs lourds soient encore inaccessibles pour la grande majorité des centres, des simulateurs sur écran d'ordinateurs, tel que celui que nous avons utilisés, présentent une valeur pédagogique certaine pour assurer un enseignement magistral, au moins aussi importante qu'un enseignement traditionnel par transparent. Bien que notre travail n'ait pas pu montrer de bénéfice significatif en ce qui concerne l'acquisition mémorielle à court ou à long terme, possiblement du fait d'une puissance de l'étude trop faible, l'enseignement par SA a présenté un avantage sur la satisfaction globale des étudiants.

## Références :

1. Denson JJ, Abrahamson S. A computer-controlled patient simulator. *Journal of the American Medical Association* 1969;208:504-8.
2. Abrahamson S, Denson JS, Wolf RM. Effectiveness of a simulator in training anesthesiology residents. *J Med Educ* 1969 ; 44 :515-19.
3. Kapur PA, Steadman RH. Patient simulator competency testing: ready for takeoff? *Anesth Analg* 1998 ; 86 : 1157-9.
4. Devitt JH, Kurrek MM, Cohen MM, Fish K, Fish P, Noel AG, Szalai JP. Testing internal consistency and construct validity during evaluation of performance in a patient simulator. *Anesth Analg* 1998 ; 86 :1160-4.
5. Kurrek MM, Fish KJ. Anaesthesia crisis resource management training: an intimidating concept, a rewarding experience. *Can J Anaesth* 1996 ; 43 : 430-4.
6. Chopra V, Gesink BJ, de Jong J, Bovill JG, Spierdijk J, Brand R. Does training on an anaesthesia simulator lead to improvement in performance? *Br J Anaesth* 1994 ; 73 : 293-7.
7. Morgan PJ, Cleave-Hogg D. Evaluation of medical students' performances using the anaesthesia simulator. *Acad Med* 1999 ; 74 : 202.
8. Devitt JH, Kurrek MM, Cohen MM, Fish K, Fish P, Murphy PM, Szalai JP. Testing the raters: inter-rater reliability of standardized anaesthesia simulator performance. *Can J Anaesth* 1997 ; 44 : 924-8.
9. Schwid HA, O'Donnell D. Anesthesiologists' management of simulated critical incidents. *Anesthesiology* 1992 ; 76 : 495-501.
10. Gaba DM, De Anda A. A comprehensive anaesthesia simulation environment: re-creating the operating room for research and training. *Anesthesiology* 1998 ; 69 : 387-94.
11. Garfield JM, Paskin S, Philip JH. An evaluation of the effectiveness of a computer simulation of anaesthetic uptake and distribution as a teaching tool. *Med Educ* 1989 ; 23 : 457-62.
12. Gouvistos F, Vallet B, Scherpereel P. Les simulateurs d'anesthésie: intérêts et limites à travers l'expérience de plusieurs centres universitaires européens. *Ann Fr Anesth Réanim* 1999 ; 18 : 787-95.
13. Cullen WG. Malignant hyperpyrexia during general anaesthesia: a report of two cases. *Can Anaesth Soc J* 1966 ; 13 : 437-43.