

La Simulation Anesthésique. Intérêt pédagogique au cours de la formation initiale D'Infirmier Anesthésiste Diplômé d'Etat



**Travail d'Intérêt Professionnel
Ecole d'infirmier Anesthésiste CHRU CAEN**

Emmanuel PION
Promotion 2006-2008

Avec l'accompagnement de Mr le DR W.GRANDIN, Département Anesthésie Réanimation CHRU CAEN
et de Mme I.GALLARD, cadre Infirmier Anesthésiste Formateur à l'école IADE du CHRU CAEN.

1. Introduction. P.1

2. La Simulation Anesthésique .P.2

a. Historique. P.2

- i. La Simulation. P.2
- ii. La Simulation en Anesthésie. P.3

b. Présentation de la Simulation en Anesthésie. P.4

- i. La Simulation Anesthésique sur écran. P.4
- ii. La Simulation Anesthésique sur mannequin réaliste. P.6
- iii. La Simulation Anesthésique en réalité virtuelle. P.10
- iv. Comparaison entre la SA sur écran et la SA sur mannequin réaliste. P.11

3. La formation d’infirmier anesthésiste diplômé d’état. P.12

a. Objectifs. P.12

b. Pédagogie. P.13

- i. Exemple de l’école IADE du CHRU de CAEN. P.13
- ii. Exemple d’autres écoles. P.14
- iii. Quelle place pour la SA dans la formation initiale IADE. P.15
- iv. La Simulation Anesthésique comme outil d’évaluation ?. P.17

4. La Simulation Anesthésique au Département

d’Anesthésie-Réanimation du CHRU de CAEN. P.18

a. Expériences. P.18

b. La Simulation Anesthésique actuellement. P.18

c. Projet. P.19

5. Conclusion. P.20

6. Bibliographie. P.22

7. Annexes. P.23

1. Introduction

La formation d'Infirmier Anesthésiste Diplômé d'Etat (IADE) vise à former des professionnels de l'anesthésie qui, sous l'autorité d'un Médecin Anesthésiste-Réanimateur (MAR), mettent en œuvre des protocoles d'anesthésie. Assurant la continuité des soins et de la surveillance, et ce y compris en l'absence du MAR, l'IADE se doit donc d'être capable de détecter, réagir et traiter le plus rapidement possible les complications qui pourraient survenir, ou tout du moins d'être capable d'y faire face en l'attente de l'arrivée du MAR responsable.

Notre formation, alternant des phases d'enseignement magistral sur l'anesthésie et des phases de stages pratiques est bien évidemment à même de nous donner ces capacités. Cependant, les situations rencontrées au cours de ces stages varient énormément d'un étudiant à un autre. Les accidents d'anesthésie étant heureusement rares et de surcroît en cours de diminution, la confrontation des étudiants à ces incidents est extrêmement aléatoire et l'évaluation des capacités réelles de réaction impossible à évaluer pour les formateurs.

Le monde de l'anesthésie connaît actuellement le développement de méthodes de simulation, calquées sur les modèles existant dans d'autres secteurs d'activités technologiques et à risque (aviation, nucléaire) permettant de confronter le personnel à ces difficultés. De nombreux professionnels de l'anesthésie commencent à avoir recours régulièrement à ce type de simulateur pour le test ou l'incrément de leurs capacités de réaction et leur aptitude à travailler en équipe.

Un grand nombre d'études mettent en avant l'intérêt de ce travail sur simulateur pour renforcer l'enseignement et même évaluer les pratiques de professionnels. Des laboratoires de Simulation Anesthésique (SA) se créent actuellement en France. Cependant, les écoles de formation IADE ne proposent généralement pas encore ce type d'aide pédagogique à leurs élèves.

Ayant à réaliser un travail de recherche personnel au cours de ma deuxième année de formation initiale d'IADE à l'école IADE du CHRU de Caen, j'ai voulu mettre à profit ce temps de travail pour collecter des informations sur ce thème et m'interroger sur l'« intérêt pédagogique de la Simulation Anesthésique pour les élèves IADE au cours de leur formation initiale. »

2. La Simulation Anesthésique (SA)

a. Historique

i. La simulation

Dans tous les domaines d'activité où la réalité paraissait trop dangereuse, onéreuse ou difficile à gérer pour des personnels en formation, on a cherché à développer des méthodes de simulation propres à former des personnels à moindre risques.

Dans les domaines de l'industrie aéronautique et nucléaire, la simulation a d'abord été dévolue à la formation initiale des nouveaux personnels. Les bénéfices retirés de ces expériences en termes de développement des capacités individuelles à réagir face à des situations préalablement travaillées au cours de séances de simulation ont mené à l'extension de la pratique. L'ensemble des personnels bénéficie tout au long de sa carrière de ces séances régulières, alors même qu'ils pratiquent au quotidien l'activité « réelle ».

L'objectif de la simulation est de créer une « antériorité » de la situation, concourir à la création d'une « méta mémoire » qui raccourcira considérablement les délais et la qualité de la réaction en diminuant la durée de l'analyse de l'événement et en aboutissant à une solution déjà éprouvée¹. Confronté à une situation préalablement rencontrée, l'« apprenant » va considérablement raccourcir l'étape de l'analyse et mettre en route la réaction adaptée qu'il a préalablement testée au cours de la simulation.

La simulation permettant à loisir d'élaborer des scénarios «catastrophiques», l'apprenant capitalise donc une expérience et une expertise sans commune comparaison avec celle qu'il pourrait accumuler dans l'exercice réel de son activité.

¹ annexe 1 : Modèle de l'«échelle» de Rasmussen

ii. La simulation en anesthésie

La Simulation Anesthésique a vu le jour dans les années 60. Le premier vrai projet a abouti en 1969 à l'université de Californie du Sud (SIM 1)². Le coût exorbitant de ces projets et l'insuffisance des outils informatiques de l'époque, ont abouti à l'abandon des projets bien que dès le début, la pertinence de la méthode soit clairement apparue aux responsables des diverses études.

L'évolution des technologies informatisées a permis depuis la fin des années 80 de reprendre des programmes de mise au point de Simulateurs Anesthésiques. Il existe actuellement plusieurs mode de SA, correspondant à des technologies différentes, permettant d'adapter le dispositif aux moyens dont dispose l'unité qui désire s'équiper.

Différentes études menées auprès de professionnels confirmés de l'anesthésie ou bien de personnels en cours de formation (étudiants en médecine en cours de spécialisation ou élèves IADE) ont prouvé que chacune de ces méthodes pouvait trouver sa place en terme d'efficacité et d'attrait pour les utilisateurs³. Par ailleurs, de nombreux auteurs mettent en avant l'éthique dans le développement de l'apprentissage sur SA, « pas de première fois sur le patient » devant un véritable leitmotiv pour des équipes.

De ce fait, le réel questionnement sur l'intégration de méthodes de simulation aux formations en lien avec l'anesthésie tient plutôt au choix de la méthode de SA qu'à la pertinence pédagogique de l'utilisation du procédé de la simulation.

² *Denson JJ, Abrahamson S. A computer-controlled patient simulator*, Journal of the American medical association 1969; 208:504-8.

³ *NYSSSEN A-S, LARBUISSONR, JANSSENS M, A Comparison of the training value of two types of anesthesia Simulators : Computer Screen-based and mannequin-based simulators*, anesth Analg, 2002; 94:1560-5)
LEBUFFE G, PLATEAU S, TYTGAT H, VALLET H, SCHERPEREEL P, Intérêt du simulateur d'anesthésie pour l'évaluation des internes d'anesthésie réanimation, Annales française d'anesthésie et de réanimation, volume 24, issue 3, mars 2005, p 260-269

b. Présentation de la Simulation en Anesthésie

La SA permet de structurer les connaissances de celui qui apprend par son intermédiaire, organisant des schémas mentaux qui deviennent de véritables procédures intégrées. L'étudiant se trouve en position d'apprendre à partir de situations « réelles » mais simulées, pouvant à loisir être interrompues, répétées et réinterprétées. Libéré du « stress », il est plus disponible aux apprentissages. De plus, l'absence totale de risques générés autorise la provocation d'incidents éthiquement indéfendables dans la réalité anesthésique, susceptibles d'amener l'étudiant à prendre conscience de la gravité de ses erreurs éventuelles.

Le responsable de la séance bénéficie par ailleurs de la possibilité de laisser l'étudiant se tromper, aller au bout de son erreur et en tirer un intérêt pédagogique.

Les séances de SA peuvent être « partagées » par des groupes d'étudiants observateurs par le biais de moyens vidéos ou de glace sans tain, offrant la possibilité d'une mise en commun des bénéfices de la séance lors de « débriefing ».

Il existe actuellement trois modes de SA, utilisées dans le monde entier par des équipes de plus en plus nombreuses.

i. La Simulation Anesthésique sur écran

Méthode de SA la plus légère, elle est la première à s'être développée. A l'origine restreinte à des aspects de l'anesthésie (échanges gazeux, distribution des anesthésiques intraveineux, troubles du rythme et de conduction, respirateurs ...), elle a évolué vers une prise en compte plus globale du patient anesthésié et de son environnement.

Il existe de nombreux logiciels (Anesthesia Simulator©, Pulse !!©...) ⁴, qui peuvent être installés sur tout type d'ordinateur personnel, offrant ainsi aux étudiants un accès libre et facile, leur permettant ainsi d'intégrer activement le procédé à leur formation.

L'utilisation est simple, les situations sont décrites, un certain nombre de données accessibles. Les réponses apportées font évoluer la situation d'écran en écran mais l'évolution est strictement liée au scénario programmé.

Le principal avantage de cette technique (en dehors du coût), est la possibilité pour l'étudiant de travailler « sans pression », de pouvoir évacuer complètement le stress et de répéter à l'envie les situations qui lui posent problème.

Les étudiants qui bénéficient de ce type de programme mettent en avant le caractère innovant et interactif. Cependant, l'enseignement par SA sur écran ne semble pas augmenter significativement les mémorisations (comparé à un enseignement magistral classique) ⁵, et l'usage de cette SA sur écran semblerait surtout bénéfique en soutien pédagogique, venant en renfort des apports théoriques. De plus, ce type de SA souffre tout de même d'un grand décalage avec la réalité, modifiant considérablement la validité du procédé. Le système reste rigide et figé, et les solutions de résolution des incidents standardisées et répétées.

⁴ <http://www.anesoft.com/Products/as.asp>
<http://www.anesoft.com/AboutUs/>
<http://www.breakawaygames.com/serious-games/solutions/healthcare/>
http://www.draeger.com/MT/internet/EN/us/lib/Demos/int_lib_demo_evita.jsp

⁵ Vincent PIRIOU, Serge MOLLIEUX, Jean-Pierre TOURNADRE, Guy LLORCA, Françoise CHAUMETTE, Olivier BASTIEN, Jean-Jacques LEHOT, **Evaluation d'un enseignement magistral par simulateur d'anesthésie informatique en formation initiale des infirmiers anesthésistes**, PÉDAGOGIE MÉDICALE - Mai 2002 - Volume 3 - Numéro 2, p 108.

ii. La Simulation Anesthésique sur mannequin réaliste

Plusieurs modèles de mannequin réaliste de simulation anesthésique (MRSA) sont disponibles sur le marché. Leurs différences fondamentales tiennent à la complexité des systèmes intégrés (capteurs de pressions, calculateurs, couplage dynamique de modèles cardiovasculaires, pulmonaires, pharmacologiques) et au réalisme de la représentation (forme, texture, environnement).

Les prix varient considérablement, à l'achat et pour la maintenance en fonction de la sophistication du MRSA.

Deux modèles dominent le marché, le HPS© de chez METI© (caractéristiques en annexe 2) et le SIMMAN© de chez Laerdal©.

Je ne donnerai ici que les caractéristiques du SIMMAN©, ce MRSA ayant été retenu pour équiper le CHRU de CAEN.



o Caractéristiques techniques

- Pilotage par souris/télécommande de la séquence (gestion hémodynamique, voies aériennes....) permettant d'« extérioriser » le responsable
- Enregistrement des séquences
- Scénarii pré validés, conception de nouveaux scénarii possible.

▪ Voies aériennes

- tête grandeur nature
- réalisme de l'arbre bronchique (taille, couleur, texture)
- possibilité de contrôle des VAS multiples (Ventilation manuelle au masque, Intubation orotrachéale classique ou fibroscopique, par voie rétrograde, pose de combitude©, masque laryngé, fasttrack©, jetventilation, intercricothyroïdotomie transcutanée, ou chirurgicale)



- Ventilation spontanée, auscultation des bruits du cœur, bruits pulmonaires bilatéraux, détection du CO2 expiré.



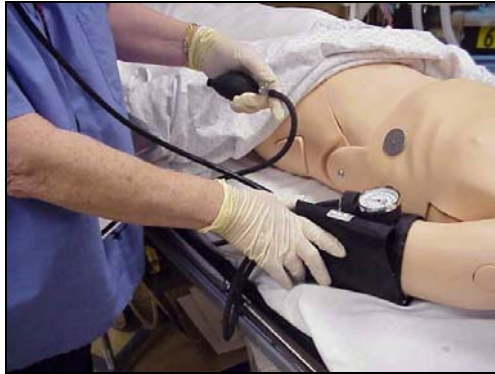
- Complications du contrôle des VAS (obstruction pharyngée, œdèmes, trismus, mobilité cervicale réduite, réduction de la compliance pulmonaire, distension gastrique, pneumothorax)
- Possibilité de réglage « Ventilation possible/Intubation impossible », « Ventilation impossible/Intubation impossible »

▪ Fonction cardiovasculaire

- 2500 variantes de rythmes cardiaques, surveillance ECG, bruits du cœur synchronisé à l'ECG
- Possibilités de défibrillation externe, d'entraînement électro-systolique externe



- Massage cardiaque externe
- Pouls carotidiens huméraux, radiaux, fémoraux, synchronisé avec l'ECG, force du pouls dépendante de la pression artérielle sélectionnée



- Abords vasculaires (veines avant bras et pli du coude canulables, peau et veines remplaçables)
- **Tractus génital pour sondage vésical**
 - **Bruitages additionnels** (voix du patient, toux, vomissements, gémissements)

L'implantation d'un MRSA dans un environnement adapté permet donc une simulation très réaliste de la prise en charge d'un patient au bloc opératoire.



Une séance de SA classique se déroule en « huis clos » pour les protagonistes, la séance étant dirigée de l'extérieur par le MAR responsable. D'autres participants peuvent assister à la séance par le biais d'une camera et participer au débriefing par la suite.



La séance suit un scénario préalablement établi, mais le responsable reste maître du déroulement et peut faire évoluer la séance en fonction des réactions, interrompre pour approfondir un aspect de la prise charge ou donner un complément d'information.

Un tel procédé de SA réaliste n'est bien évidemment pas adapté pour des étudiants en début de formation œuvrant seuls, puisque les rôles à jouer couvrent celui de l'IADE et celui du MAR. Cependant, dès le début de la formation, le procédé est valable pour travailler entre élèves IADE certains aspects de la prise en charge anesthésique (Check List, résolution de problèmes liés au respirateur, monitoring, ventilation manuelle, Intubation ...). Par la suite, l'élève IADE peut être associé à un interne d'AR ou à un médecin au cours de séances de travail parfaitement compatibles avec les différents intérêts des participants.

Un nombre croissant d'études mettent en avant l'intérêt de ces MRSA pour mémoriser l'apprentissage de conduites à tenir face à la survenue d'incidents ou accidents anesthésiques⁶, montrant une amélioration significative des résultats dans la prise en charge lors de séances menées à plusieurs mois d'intervalle⁷.

⁶ V.CHOPRA, **Does training on an anesthesia simulator lead to improvement in performance ?**, British Journal of Anaesthesia, 1994, vol 73, n° 3 293-297

⁷ Yee B, Naik VN, Joo HS, Savoldelli GL, Chung DY, Houston PL, Karatzoglou BJ, Hamstra SJ.

Non technical Skills in Anesthesia Crisis Management with Repeated Exposure to Simulation Based Education. Anesthesiology. 2005 Aug; 103(2):241-248.

Un des autres intérêts de la SA sur mannequin réaliste est la période de débriefing qui suit la séance de simulation. Ce 2^e temps d'analyse et de partage est extrêmement important. Il permet aux acteurs de la simulation et aux spectateurs de tirer des leçons de ce qui vient d'être vécu. Le rôle du formateur est très important au cours du débriefing. Il doit rendre possible l'émergence d'une analyse caractérisée de la situation. En prévenant le jugement et la dévalorisation, faire comprendre que les erreurs des uns ne doivent servir qu'à faire progresser l'ensemble du groupe.

Le personnel habitué à ces exercices pourra ainsi développer cette aptitude à porter un regard d'analyse sur les incidents qui peuvent survenir au bloc opératoire, et réinvestir dans le réel cet aspect « pratique » de la simulation.

Si certaines études ⁸ mettent la SA sur mannequin réaliste et la SA sur écran à égalité en terme de bénéfices de mémorisation de connaissances, elles retiennent toutes la supériorité de la SA sur mannequin de par la gestion du comportement, du positionnement et de la communication entre les différents acteurs au cours de la gestion de la crise.

iii. La Simulation Anesthésique en réalité virtuelle

Ce type de SA ne connaît pour l'heure qu'un développement confidentiel, les technologies informatisées nécessaires n'étant pas encore suffisamment développées. Les Simulateurs virtuels disponibles ne présentent que des aspects techniques ponctuels de la prise en charge (fibroscopie, coelioscopie....) et ne sont qu'une aide à la manipulation d'outils (intubation sous fibroscope par exemple).

Cependant, les possibilités qui font jour laissent augurer d'une future suprématie de ce type de SA, la virtualisation devenant optimale en réduisant les impératifs techniques et financiers induits par les MRSA.

⁸ *NYSSSEN A-S, LARBUISSONR, JANSSENS M, A Comparison of the training value of two types of anesthesia Simulators : Computer Screen-based and mannequin-based simulators, anesth Analg, 2002; 94:1560-5)*

iv. Comparaison entre SA sur écran et SA sur mannequin réaliste

	Capacités développées	Avantages de la méthode	Limites de la méthode
SA sur écran	<ul style="list-style-type: none"> -Connaissances de bases -Mémorisation des concepts et des règles -Diagnostic -Formation pratique à des évènements rares 	<ul style="list-style-type: none"> -Reconnaissance de schémas d'action -Modules d'enseignement -Faible coût et facilité d'installation -Utilisation libre possible -Risque nul 	<ul style="list-style-type: none"> -Faible validité de l'environnement -Solutions uniques à des problèmes complexes -Syntaxe temporelle simplifiée
SA sur mannequin réaliste	<ul style="list-style-type: none"> - Techniques et procédures - Facultés dynamiques et de gestion -Formation pratique à des évènements rares 	<ul style="list-style-type: none"> -Forte validité de l'environnement -Favorise l'apprentissage explicite et les performances (méta connaissances et gestes techniques) -contrôle de la formation (évaluation) -Risque nul -Réutilisation de matériel à usage unique 	<ul style="list-style-type: none"> -Simplification des aspects sociaux (relation ente les intervenants) -Syntaxe temporelle simplifiée -Surreprésentation des évènements rares -Coût élevé -Nécessité d'organisation spécifique des temps de SA

3. La formation d'Infirmier(e) Anesthésiste DE

a. Objectifs

Les textes officiels réglementant la profession d'Infirmier Diplômé d'Etat (IDE) et d'IADE⁹ précisent que l'I(A)DE a le devoir d'actualiser et de perfectionner ses connaissances professionnelles.

L'apparition de ces nouvelles techniques de SA, dont le bénéfice potentiel est avéré, rend légitime l'aspiration de tout IADE à bénéficier d'une telle formation. Les qualités intrinsèques de la SA correspondent par ailleurs parfaitement aux objectifs pédagogiques affichés par les écoles d'IADE¹⁰ en accord avec les textes encadrant la formation IADE¹¹.

Projet pédagogique école IADE CHRU CAEN :

Le projet pédagogique de l'école met en avant l'implication personnelle dans les apprentissages, la nécessité de faire le lien entre les connaissances théoriques issues des enseignements magistraux et la pratique de l'anesthésie.

...

-« La formation est basée sur une pédagogie participative... »

-« l'emploi de méthodes actives lui permet :

-de s'impliquer dans sa formation

-de s'auto évaluer... »

-« Il existe une interaction entre un ensemble de connaissances théoriques acquises et un réponse adaptée en situation de travail. Ainsi, le processus d'apprentissage se réalise lorsque l'apprenant utilise et mobilise toutes ses connaissances nouvelles et antérieures afin de proposer ou d'avoir une conduite la plus adaptée à la situation »

-« Il est demandé aux élèves de réaliser des travaux : exposés, travaux pratiques, travaux dirigés et exploitation de cas concrets »

-« En permettant l'appréciation et le réajustement des acquisition, l'évaluation est nécessaire à la progression de l'apprentissage chez l'élève. »

⁹ Code de la Santé Publique, décret n°2004-802 du 29/07/2004, articles R.4311 et R.4312

¹⁰ -Projet Pédagogique. Ecole IADE CHRU Caen. Promotion 2006-2008

¹¹ J.O 02/02/02, arrêté du 17 janvier 2002 relatif à la formation conduisant au diplôme d'état d'Infirmier Anesthésiste

Arrêté du 17 janvier 2002 relatif à la formation conduisant au diplôme d'état d'Infirmier Anesthésiste :

« ...

-Titre V – de la scolarité

-art 17 : *les études sont à temps plein. Elles comportent répartis sur l'ensemble de la scolarité des enseignements théoriques, des enseignements dirigés et pratiques,...* »

La SA apparaît donc au regard de ces textes comme un outil parfaitement adapté à la formation IADE. L'interactivité, la liaison entre les apports théoriques et la pratique, l'implication personnelle étant des éléments directement mis en avant par ces textes et particulièrement mis à profit au cours de séances de SA.

b. Pédagogie

Les écoles d'IADE conscientes de cette nécessité de coupler connaissances théoriques et pratiques intègrent depuis longtemps des temps de « simulation » à leurs cours, des séances pratiques faisant suite à des enseignements théoriques.

i. Exemple de l'école IADE du CHRU de CAEN

L'école d'IADE du CHRU de Caen propose à ses étudiants un certain nombre d'ateliers :

- pratiques sur mannequins :
 - intubation sur mannequin (oro/nasotrachéale, intubation sélective)
 - réanimation du nouveau né
 - AFGSU
 - pose de cathéter artériel
- séances de simulation d'ouverture de salle (dans un bloc opératoire mis à disposition) permettant aux étudiants de répéter des gestes dans un environnement « vrai » mais protégé des contraintes du fonctionnement du bloc.
- ateliers de manipulation de différents appareillages d'anesthésie :
 - respirateurs, scopes
 - récupérateur de sang
 - accélérateur de transfusion

Ces méthodes sont utiles, elles permettent aux élèves de se familiariser avec de nouveaux gestes sans risque pour le patient, avant de se confronter à la réalité en diminuant de ce fait « le stress de la première fois ».

Cependant, l'écart existant entre les matériels proposés et la réalité est tel (« têtes d'intubation », bras pour perfusion, mannequins de réanimation...), que l'entraînement sur ces structures ne peut guère se justifier au delà de cet objectif de « décrispation », la pratique régulière sur ce type de support n'apportant pas de bénéfices. La possibilité d'accéder à un mannequin réaliste pour se familiariser réellement à ces nouveaux gestes techniques potentiellement dangereux pour le patient (intubation, intubation sélective, pose de masque laryngé, Fasttrack©, cricotomie...) serait donc un plus en début de formation, tant du point de vue pédagogique (acquisition d'une compétence technique préalable avant la mise en pratique réelle) que du point de vue éthique et déontologique (diminution de la « perte de chance » du patient, diminution des risques de complication liée à l'apprentissage (bris de dents, lésions labiales...)).

ii. Exemple d'autres écoles

A l'instar de l'école du CHRU de CAEN, les autres écoles d'IADE françaises favorisent aussi ces temps de simulation, mais il n'existe pas à l'heure actuelle de centre de formation ayant franchi le pas de la SA réaliste.

Les contraintes budgétaires liées à l'équipement et aux frais de fonctionnement d'un laboratoire de SA sur MRSA sont telles qu'il n'est pas envisageable pour une structure de formation paramédicale de s'équiper d'un laboratoire.

La solution pour les écoles réside donc dans la négociation de créneaux de participation à des programmes de SA. Il n'existe en France pour le moment que peu de centres de SA¹² attachés à des centres hospitaliers. L'organisation de ce type de partenariat relève donc actuellement de la gageure pour la majorité des écoles d'IADE, la contrainte budgétaire de l'accès à des formations payantes (coût de la formation

¹² http://www.bmsc.co.uk/sim_database/centres_europe.htm

environ 800 euros pour 2 journées) organisées par des centres privés¹³ proscrivant définitivement cette solution.

Des ateliers de découverte et de sensibilisation ont pu exceptionnellement être mis en place au cours de congrès, l'accès aux étudiants IADE restant cependant restreint. De même des groupes d'élèves IADE ont pu être associés ponctuellement au cours d'expériences menées auprès d'internes de spécialisation.

Ces moments isolés de mise en situation sur MRSA ont été bénéfiques, mais la SA prend tout son sens dans la répétition de ces temps...

iii. Quelle place pour la SA dans la formation initiale IADE

Les SA sur écran sont eux d'ors et déjà accessibles pour des petites structures comme des écoles IADE, leur coût étant raisonnable et les équipements informatiques déjà présents. Un certain nombre de sites professionnels sur internet proposent par ailleurs des accès à des simulateurs.

Cependant, les études réalisées mettent bien en évidence que si la SA sur écran est un bon outil pouvant venir en complément d'un enseignement magistral classique, elle est de loin inférieure en qualité pédagogique à la SA sur MRSA...

Les élèves IADE peuvent tout à fait trouver leur place dans une séance menée conjointement avec un MAR, un interne en Anesthésie-Réanimation, un IADE ou bien un autre élève IADE, les objectifs de la séances étant bien évidemment différents en fonction de la nature des acteurs participants.

En début de formation, des séances répétées permettraient de parfaire l'acquisition de gestes techniques (ventilation, monitorages, intubation, utilisation de mandrins ...) et d'intégration des procédures de contrôle d'un site d'anesthésie et de son matériel. Ces séances ne requérant pas la globalité des ressources du MRSA ne nécessiteraient que la présence de formateurs IADE.

De telles séances à ce niveau de la formation permettraient donc d'optimiser une période de « préapprentissage » avant l'arrivée sur des terrains de pratique.

¹³ Plaquette de présentation Dräger « gestion des risques en anesthésie »

En cours de formation, des séances régulières sur MRSA où l'élève IADE accompagnerait un interne d'AR, permettraient aux deux protagonistes de développer des compétences de réactivité face à une difficulté, un incident ou un accident. Des objectifs spécifiques aux élèves IADE pourraient, alternativement avec des objectifs plus spécifiques aux internes, permettre de faire le lien avec les thèmes développés au cours des séquences théoriques (anesthésies selon le terrain, accidents...) et de s'adapter au niveau de compétence atteint par les deux apprenants.

La possibilité de séances communes avec des MAR donnerait la possibilité de parfaire ces expériences, en permettant à l'élève de bénéficier d'une plus grande expertise (celle du MAR) et en lui donnant l'occasion de rester « aux commandes » avec le médecin...(dans la réalité, il est tentant et raisonnable pour un médecin de préférer agir avec un IADE diplômé un interne ou un autre MAR en cas de difficulté, l'élève IADE se trouvant relégué au statut d'observateur).

Si le travail dans un tel laboratoire présente de nombreux intérêts pédagogiques pour la formation d'IADE, le caractère économique et logistique de ces séances ne doit pas non plus être écarté.

Un des avantages de ces méthodes est en effet que le matériel à usage unique devient réutilisable, réduisant de ce fait les coûts inhérents à l'apprentissage et ses « balbutiements ».

L'autre avantage tient à l'absence de problèmes liés à la surpopulation de stagiaires. Il n'est pas rare de voir des terrains de stages « saturés » de personnels en formation (nouveaux arrivants, internes, élèves IADE, externes, formation CAMU...), l'accès au malade tenant parfois de la foire d'empoigne...La présence d'un laboratoire permet en effet de réguler cette surabondance en proposant un site extérieur d'apprentissage (où de plus les séquences s'enchaîneront plus rapidement que dans un vrai bloc augmentant les situations d'apprentissage « pur »).

iv. La Simulation Anesthésique comme outil d'évaluation ?

La SA pourrait d'évidence devenir un outil d'évaluation des connaissances et des compétences des élèves IADE : reproductibilité des scénarios établis selon des critères correspondant au niveau de compétence que l'élève est censé avoir atteint...la méthode semble posséder tous les atouts pour permettre d'évaluer objectivement et de manière égalitaire les étudiants d'une même promotion.

Plusieurs expériences, toutes menées sur des publics de médecins ou d'interne de spécialisation, tendent à valider la méthode. Cependant, le faible développement actuel des programmes en France ne permet pas d'imaginer l'intégration d'une telle évaluation à l'ensemble des étudiants, posant là la question de la standardisation des formations et des moyens d'évaluation d'une formation nationale.

Un certain nombre de secteurs (industrie, aéronautique...) utilisant couramment la simulation l'ont adopté comme outil de certification initiale, et de surcroît comme moyen de contrôle régulier des compétences de leurs salariés.

La SA pourrait donc dans un avenir proche s'imposer comme un outil de formation et d'évaluation, à la condition *sine qua none* que les centres de formation puissent accéder suffisamment aux laboratoires de SA et parviennent à se construire des outils adaptés.

4. La Simulation Anesthésique au CHRU de CAEN

a. Expériences

Le Département d'Anesthésie-Réanimation (DAR) du CHRU de CAEN s'est depuis plusieurs années intéressé à la SA sur mannequin réaliste, l'idée de la création d'un laboratoire de SA étant apparue comme une avancée pédagogique qui permettrait d'améliorer la formation initiale des internes en AR, et de concourir à la formation continue des MAR de l'établissement.

Diverses expériences ont été menées, la décision finale de procéder à la création d'un tel laboratoire ayant abouti au cours de l'année 2007.

b. La Simulation Anesthésique actuellement

En dehors des essais de SA réalisés au sein du DAR par des MAR et des internes en AR, un certain nombre de professionnels ont pu bénéficier de stages organisés par des organismes indépendants ou de séances d'initiation organisées dans le cadre de salons et congrès.

Ces formations ponctuelles ont été appréciées par les IADE qui ont eu la chance d'y participer. Cependant, les difficultés d'organisation pour les services et les coûts financiers¹⁴ de tels stages rendent difficiles d'imaginer une structure comme le CHRU s'engager dans un programme général et régulier de formations externalisées, alors même que la politique des prévention et de gestion des risques est au cœur des préoccupations institutionnelles..

¹⁴ Pour l'année 2007, le CHRU a financé la formation Dräger « Gestion des risques en anesthésie » de 2 jours pour 4 IADE pour un coût total de 5491 euros.

c. Projets

Suite aux essais effectués, le DAR a procédé à l'achat d'un MRSA de type Laerdal® « SIMMAN® », qui sera installé courant 2008 au sein du département, dans un espace dévolu à l'activité avec du matériel d'anesthésie en dotation permanente.

L'encadrement pédagogique sera assuré par les professeurs et chefs de clinique du DAR sous la responsabilité du chef de service, Mr le PR J.L GERARD.

La maintenance sera assurée pour partie par le service Biomédical du CHRU et par la Société Laerdal®.

Le projet de fonctionnement actuel concerne principalement la population médicale du DAR, l'outil étant apparu particulièrement adapté à la formation des internes de spécialité et à l'entraînement des MAR.

Le laboratoire devrait aussi s'ouvrir aux étudiants de l'école IADE une fois que l'équipe pédagogique aura soumis un projet d'enseignement adapté, définissant par exemple :

- des objectifs précis en termes de compétences à atteindre
- des propositions de calendrier
- le cadre d'intervention :
 - Participation à des séances communes avec du personnel médical
 - Séances autonomes avec objectifs adaptés (ouverture de salle, monitoring, contrôle des voies aériennes, résolution de problèmes techniques).

5. Conclusion

La SA s'impose en anesthésie comme elle a pu le faire dans d'autres domaines, parce qu'elle représente une aide pédagogique précieuse, efficace et sans risque pour le patient, capable d'enrichir la pratique quotidienne des IADE comme celles des MAR.

Pour l'heure, utilisée comme simple outil de formation, certains lui confèrent déjà un avenir comme outil d'évaluation qui sanctionnerait les formations médicales et paramédicales. Elle pourrait aussi être utilisée régulièrement pour la réévaluation des compétences, à l'instar d'autres spécialités à risques, précurseurs dans ce domaine de la simulation.

La plupart des réticences énoncées à l'encontre de ces SA viennent de la pénibilité réelle pour des professionnels à s'exposer publiquement à la difficulté devant des pairs. La crainte de se sentir jugé pouvant l'emporter sur la curiosité et l'envie d'améliorer ses compétences.

Il est probable que la pratique régulière de la SA dans ce type de laboratoire, et notamment du personnel en cours de formation (moins sensible à cette sensation de « jugement ») ait une retombée positive sur l'image que certains professionnels peuvent se faire du procédé, puisque la majorité des personnes « passées » sur SA mettent en avant combien la technique peut être bénéfique.

Le travail de recherche que j'ai effectué sur le sujet m'a permis d'appréhender ce qu'est la SA.

Le regret que je peux formuler par rapport à cette recherche est de ne pas avoir pu accéder à une séance pour confronter la théorie et la pratique.

Le CHRU de CAEN s'apprête à entrer dans une nouvelle ère pédagogique, moderne, efficace et novatrice.

Les médecins et internes du DAR du CHU seront les premiers à bénéficier d'un dispositif de choix pour faire évoluer leur pratique vers plus de sécurité, je ne peux que souhaiter que les autres professionnels de l'anesthésie puissent leur emboîter le pas.

J'espère que les connaissances que j'ai pu acquérir en effectuant ce travail m'aideront à plaider la cause de notre participation à cette évolution, en tant qu'élèves IADE mais aussi en tant que futur IADE.

A l'heure actuelle, aucune école IADE française n'a réussi à intégrer officiellement la Simulation Anesthésique sur Mannequin Réaliste à son arsenal pédagogique, la possibilité existe donc pour le Département d'Anesthésie Réanimation du CHRU de CAEN et son école d'IADE de devenir pionniers en ce domaine.

6. Bibliographie

-E.LAMBERT, F.MERCIER, **Apport des simulateurs en pédagogie médicale,**

Mémoire pour l'obtention du DIU de pédagogie médicale, université PARIS XI-PARIS XII. Présenté et soutenu le 13 octobre 2005.

-J.M DAVIES, **Simulation: it's a start**, Can j anaesth, 1996 / 43:5/p425

- LEBUFFE G, PLATEAU S, TYTGAT H, VALLET H, SCHERPEREEL P, **Intérêt du simulateur d'anesthésie pour l'évaluation des internes d'anesthésie réanimation**, Annales française d'anesthésie et de réanimation, volume 24, issue 3, mars 2005, p 260-269

-NYSSSEN A-S, LARBUISSONR, JANSSENS M, **A Comparison of the training value of two types of anesthesia Simulators: Computer Screen-based and mannequin-based simulators**, Anesth Analg, 2002; 94:1560-5)

- GABA DM, De ANDA A.A *comprehensive anaesthesia simulation environment: re - creating the operating room for research and training*. Anesthesiology, 1998; 69 : 387-94.

- V. PIRIOU, S.MOLLIEX, JP.TOURNADRE, G.LLORCA, F. CHAUMETTE, O.BASTIEN, JJ. LEHOT, **Evaluation d'un enseignement magistral par simulateur d'anesthésie informatique en formation initiale des infirmiers anesthésistes**, PÉDAGOGIE MÉDICALE - Mai 2002 - Volume 3 - Numéro 2, p 108.

-YEE ant al **Non technical Skills in Anesthesia Crisis Management with Repeated Exposure to Simulation Based Education**. Anesthesiology. 2005 Aug; 103(2):241-248.

-Code de la Santé publique, article L4311 du 29 juillet 2004, livre III, titre I, **profession d'infirmier ou d'infirmière**.

-Journal officiel de la République Française. **Arrêté du 17 janvier 2002 relatif à la formation conduisant au diplôme d'état d'infirmier anesthésiste**, 02 fevrier2002

-Ecole d'infirmier(e)s anesthésiste du CHU de Caen. **Projet pédagogique 2006-2008**, octobre 2006

<http://www.harvardmedsim.org/cms/simreferences.html>

http://www.draeger.com/MT/internet/pdf/Service/education/edu_module_iade_poster_fr.pdf

<http://www.anesoft.com/Products/as.asp>

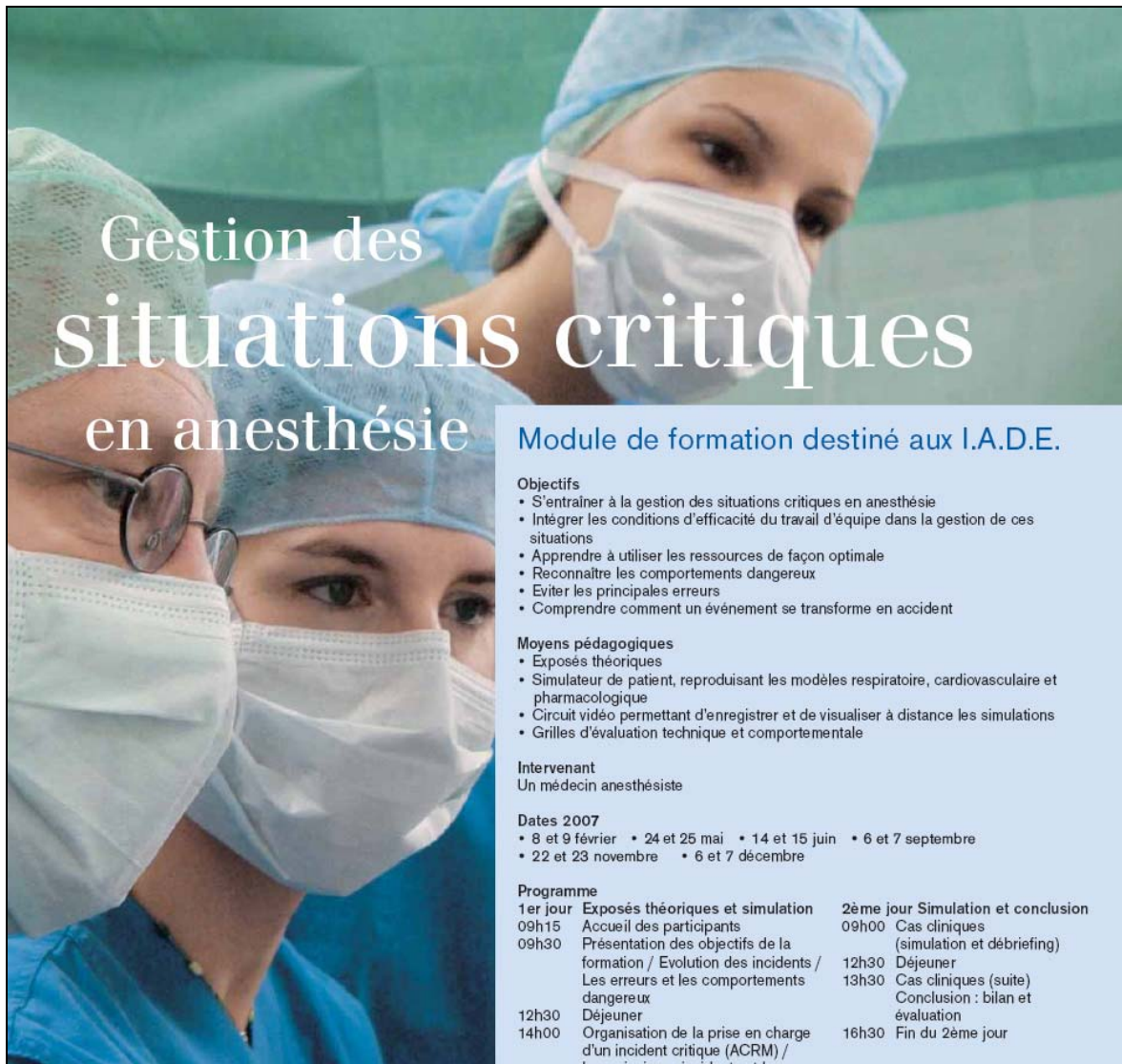
<http://www.laerdal.com/document.asp?docid=1022609>

http://www.draeger.com/MT/internet/EN/us/lib/Demos/int_lib_demo_evita.jsp



Annexe 1
Modèle de "l'échelle" de RASMUSSEN

Annexe 2



Gestion des situations critiques en anesthésie

Module de formation destiné aux I.A.D.E.

Objectifs

- S'entraîner à la gestion des situations critiques en anesthésie
- Intégrer les conditions d'efficacité du travail d'équipe dans la gestion de ces situations
- Apprendre à utiliser les ressources de façon optimale
- Reconnaître les comportements dangereux
- Éviter les principales erreurs
- Comprendre comment un événement se transforme en accident

Moyens pédagogiques

- Exposés théoriques
- Simulateur de patient, reproduisant les modèles respiratoire, cardiovasculaire et pharmacologique
- Circuit vidéo permettant d'enregistrer et de visualiser à distance les simulations
- Grilles d'évaluation technique et comportementale

Intervenant

Un médecin anesthésiste

Dates 2007

- 8 et 9 février • 24 et 25 mai • 14 et 15 juin • 6 et 7 septembre
- 22 et 23 novembre • 6 et 7 décembre

Programme

1er jour	Exposés théoriques et simulation	2ème jour	Simulation et conclusion
09h15	Accueil des participants	09h00	Cas cliniques (simulation et débriefing)
09h30	Présentation des objectifs de la formation / Evolution des incidents / Les erreurs et les comportements dangereux	12h30	Déjeuner
12h30	Déjeuner	13h30	Cas cliniques (suite) Conclusion : bilan et évaluation
14h00	Organisation de la prise en charge d'un incident critique (ACRM) / Les principaux incidents et leurs traitements / Cas cliniques (simulations et débriefing)	16h30	Fin du 2ème jour
17h00	Fin du 1er jour		

Lieu

Centre de Formation - Parc de Haute Technologie - 25 rue Georges Besse - Antony (92), agréé sous le no. 11920474092

Modalités d'inscription

Voir fiche séparée (Stage limité à 10 participants). Votre inscription sera validée à réception du bulletin d'inscription dûment complété

Contactez-nous dès aujourd'hui

Dräger Medical S.A.S.
Département Clinique/thématique
25 rue Georges Besse
92182 Antony Cedex
Tél : 01 46 11 56 34 Fax : 01 40 96 97 20
e-mail : stephanie.remy@drager-france.com

Drägermedical
A Dräger and Siemens Company

Emergency Care · Perioperative Care · Critical Care · Perinatal Care · Home Care*

*Agence - Soins Périnataux - Réanimation - Soins Périnataux - Soins à domicile

Because you care*

*Parce que vous comptez

ANNEXE 3



Il représente le dispositif actuellement le plus performant en matière de simulation anesthésique. Grâce à des modèles mathématiques sophistiqués sur la physiologie et la pharmacologie, le patient réagit automatiquement aux actions et interventions de l'utilisateur.

Le couplage dynamique des modèles cardio-vasculaire, pulmonaire et pharmacologique, ainsi que la représentation physique du mannequin permettent une caractérisation poussée d'un patient adulte.

Les coûts d'achat et de maintenance sont très lourds pour un département Médical, et ne peuvent être que décidés à l'occasion de partenariats inter hospitaliers.

Les spécifications ci-dessous reprennent les caractéristiques cliniques du HPS.

Mannequin

- Le mannequin du METI-HPS matérialise en taille réelle le patient. Il est constitué de matière plastique résistante et représente les caractéristiques physiques d'un adulte homme ou femme (les organes génitaux étant interchangeable).
- Il reproduit physiquement différents signes cliniques (auscultation cardiaque/pulmonaire, pouls palpables, mouvements thoraciques, état d'ouverture des voies aériennes, etc.), couplés avec les modèles mathématiques de physiologie et pharmacologie humaines.
- Le mannequin peut être placé sur une table d'opération standard, un lit de réanimation, sur le sol, ou même dans un véhicule (dans le cas d'une simulation d'accident) et fonctionne en décubitus dorsal et ventral, en position assise et latérale.
- Une console centrale avec écran permet le pilotage informatisé du simulateur et des interventions de l'instructeur pour modifier si besoin le déroulement « normal » du scénario initialement retenu.

Voies aériennes

- Le METI-HPS constitue une excellente plate-forme pour la formation à la gestion des voies aériennes et de situations complexes grâce au couplage automatique entre les voies aériennes et l'état général du patient.
- Les voies aériennes supérieures du mannequin (oropharynx, nasopharynx et larynx) reproduisent de façon réaliste celles d'un patient adulte.
- Il est possible d'effectuer une laryngoscopie directe avec intubation oro/naso-trachéale.
- Une intubation endobronchique provoque automatiquement des bruits respiratoires et des mouvements thoraciques unilatéraux et une intubation œsophagienne provoque la disparition des bruits respiratoires, des mouvements thoraciques, de la production de CO₂ et entraîne une distension gastrique.
- L'instructeur peut activer le gonflement de l'oropharynx postérieur, ce qui masque le larynx et empêche l'intubation mais autorise la ventilation au masque, créant ainsi un scénario « intubation impossible, ventilation possible ».
- Le gonflement de la langue peut être activé à différents degrés, gênant ainsi la laryngoscopie et l'intubation.
- Un laryngospasme peut être déclenché; il ferme les cordes vocales du patient et en cas d'utilisation couplée avec le gonflement de l'oropharynx, on obtient une situation de crise « intubation impossible, ventilation impossible ».
- Une « fenêtre » adhésive (simulant la membrane cricothyroïdienne) recouverte d'une peau de cou interchangeable autorise différentes procédures d'urgence (mise en place d'une aiguille de cricothyrotomie, jet ventilation transtrachéale, intubation rétrograde).
- Les voies aériennes du patient peuvent recevoir des systèmes comme une sonde endotrachéale, un masque laryngé, un Combitube©, un Trac light © ou un fasttrack©.

Système respiratoire

- Le système respiratoire est doté de modèles physiques et mathématiques, simulant la respiration de façon très réaliste et est couplé aux autres modèles.
- Le patient simulé respire spontanément avec un volume courant et une fréquence respiratoire autorégulés pour maintenir une concentration expirée en gaz carbonique à une valeur cible, typiquement 40 mm Hg mais réglable par l'instructeur.

- Le système respiratoire peut simuler des situations comme une atélectasie, un pneumothorax, de l'asthme, une BPCO.
- Les poumons du patient consomment de l'oxygène, produisent du gaz carbonique et captent ou rejettent du protoxyde d'azote ou des halogénés suivant les principes de captation et de distribution des gaz anesthésiques. Cette caractéristique est réalisée par un vrai échange de gaz dans les poumons produisant une concentration alvéolaire minimale (CAM) réaliste et des saturations et éliminations appropriées.
- La résistance des voies aériennes, la compliance pulmonaire et la compliance thoracique sont modélisées avec un contrôle indépendant des poumons gauche et droit. Une résistance des voies aériennes accrue augmente la pression crête et la pente du plateau du capnogramme. La ventilation provoque une production appropriée de dioxyde de carbone expiré, qui peut s'afficher sur un moniteur externe comme un capnographe ou un analyseur de gaz anesthésique.
- Les trois modes de ventilation (spontanée, assistée, contrôlée) peuvent être combinés entre eux. Par exemple, un patient sous ventilation contrôlée peut respirer spontanément, créant ainsi le scénario de "lutte contre le ventilateur". La mécanique ventilatoire réagit correctement à des modes comme la VS-PEP ou l'Aide Inspiratoire.
- La ventilation symétrique ou asymétrique est automatiquement reproduite en fonction de modifications bilatérales ou unilatérales de compliance et/ou de résistance, d'intubation correcte ou non, d'états pathologiques comme un pneumothorax sous tension.
- Le thorax monte et descend de façon synchronisée avec l'inflation des poumons. L'ampliation thoracique est proportionnelle au volume courant et réagit à des états pathologiques comme un pneumothorax sous tension.
- Le patient produit des sons respiratoires normaux et anormaux, bilatéraux ou unilatéraux, synchronisés avec la phase respiratoire. Les sons respiratoires sont audibles à l'aide d'un stéthoscope.
- L'oxymétrie de pouls est totalement simulée. La saturation indiquée en oxyhémoglobine est corrélée exactement et en continu avec la concentration alvéolaire en oxygène et le shunt intra pulmonaire.
- La réaction pulmonaire aux médicaments intraveineux ou aux agents inhalatoires est réaliste et dose-dépendante et les réactions respiratoires aux activités sympathiques et parasympathiques sont modélisées.

Système cardio-vasculaire

- Le patient génère des bruits du cœur normaux ou pathologiques synchronisés avec le cycle cardiaque et audibles à l'aide d'un stéthoscope.
- Un électrocardiogramme (ECG) est monitoré. Le simulateur peut générer un rythme sinusal normal ou un grand nombre d'anomalies comme l'ischémie myocardique, la tachycardie ou bradycardie sinusale, la fibrillation ventriculaire et l'asystolie.
- La réponse hémodynamique aux arythmies est physiologiquement correcte.
- L'équilibre du myocarde en oxygène et l'ischémie cardiaque influencent automatiquement le rythme cardiaque donnant ainsi une réponse automatique du rythme cardiaque à l'hypoxémie. Le degré d'influence peut être contrôlé ou défini par l'instructeur.
- Le patient possède des pouls carotidien, radial, brachial, fémoral et pédieux palpables, synchronisés avec l'ECG. Les pouls respectifs disparaissent automatiquement si la pression artérielle systolique chute au-dessous de valeurs seuils différentes. Ces seuils peuvent être modifiés pour des besoins cliniques ou pédagogiques spécifiques. Les pouls sont contrôlables indépendamment pour apparaître ou disparaître en un point précis en cas de traumatisme.
- Le monitoring hémodynamique invasif permet de monitorer la pression artérielle et les données d'une sonde de Swan-Ganz. Le cathéter artériel pulmonaire autorise la mesure du débit cardiaque par thermo dilution en générant un signal approprié affiché sur le moniteur patient. La mesure de débit cardiaque est correctement influencée par des modifications physiologiques cardiovasculaires du patient. L'introduction et l'insertion progressive d'un cathéter de Swan-Ganz peuvent être simulées, les courbes correspondantes apparaissant sur un moniteur physiologique.
- Le patient a un réflexe barorécepteur dont la sensibilité peut être contrôlée par l'instructeur.
- Le système cardiovasculaire simule l'hypo volémie et l'hyper volémie, ainsi qu'une insuffisance cardiaque gauche et/ou droite.
- La réponse cardiovasculaire aux médicaments intraveineux ou inhalatoires est réaliste et dose-dépendante et les réactions cardio-vasculaires aux activités sympathique et parasympathique sont modélisées.

Système génital et urinaire

- Le système urinaire reproduit l'excrétion d'urine, à un débit contrôlé par l'instructeur ou automatiquement par le scénario. De plus le mannequin peut recevoir des organes génitaux masculins ou féminins et permet la mise en place de sondes urinaires.

Curamètre

- Le bras droit du mannequin possède des contacts pour un stimulateur de nerfs périphériques. En fonction du mode de stimulation détecté, du niveau de blocage neuromusculaire et du type de curare injecté (dépolarisant ou non-dépolarisant), le simulateur reproduit les réactions correctes du pouce.

Mesures de réanimation cardio-pulmonaire

- Gestion des voies aériennes et ventilation : les concentrations alvéolaire et artérielle en gaz reflètent fidèlement l'efficacité de la technique de ventilation utilisée et l'apport d'oxygène supplémentaire est pris en compte et provoque les réponses cliniques appropriées.
- Compression thoracique : la compression sternale du patient provoque une circulation artificielle, un débit cardiaque, une pression sanguine centrale et périphérique, des pouls palpables et un retour veineux de CO₂. Les variations de pression sont visibles sur les courbes de pressions invasives et l'amplitude varie avec l'efficacité de la compression thoracique. La concentration expirée en gaz carbonique est proportionnelle à l'efficacité de la compression thoracique et elle augmente automatiquement quand la réanimation cardiaque est efficace.
- Arythmies cardiaques : l'instructeur peut sélectionner et maintenir l'arythmie voulue et contrôler les réactions du patient aux interventions cliniques.
- Electrothérapie : les défibrillateurs conventionnels comme les défibrillateurs automatiques externes (DAE) peuvent être utilisés avec le simulateur. Avec ces deux types d'appareils, l'énergie délivrée est mesurée en temps réel et déclenche la réponse appropriée du patient.
- L'ECG peut être monitoré par les contacts du défibrillateur et un DAE réagit ainsi correctement à des changements de rythme cardiaque. Des stimulateurs cardiaques transcutanés peuvent être aussi utilisés.

Caractéristiques « trauma »

Le simulateur HPS possède de nombreuses caractéristiques adaptées à la formation en traumatologie.

- Yeux réactifs : les pupilles de chaque œil se contractent et se dilatent en réponse à des stimuli lumineux variables. Normalement les deux pupilles réagissent simultanément.
- Pour simuler un traumatisme neurologique, la taille de chaque pupille peut être réglée indépendamment à un diamètre fixe compris entre 2 et 9 mm. De plus les paupières s'ouvrent et se ferment spontanément ou peuvent être maintenues fermées. Lorsqu'elles sont fermées, le participant peut les ouvrir manuellement pour un examen clinique.
- Péricardiocentèse : une aiguille de drainage péricardique sous-xiphoidien peut être utilisée pour traiter une tamponnade cardiaque aiguë. Les participants insèrent directement l'aiguille dans le mannequin et si elle est correctement placée, le liquide péricardique peut être prélevé, ce qui se traduit par des améliorations dynamiques du remplissage cardiaque, du débit cardiaque et de la pression sanguine. Si l'aiguille est insérée trop loin, simulant l'entrée dans le ventricule droit, davantage de liquide reflue. L'électrode ECG précordiale peut être placée sur l'aiguille pour monitorer des tracés anormaux dus à l'irritation cardiaque.
- Décompression par aiguille d'un pneumothorax sous tension : la décompression d'un pneumothorax sous tension peut s'effectuer en insérant une aiguille sur la ligne claviculaire médiane du second espace intercostal sur le côté gauche du mannequin. Le placement correct de l'aiguille provoque une décompression rapide, accompagnée d'un échappement d'air par l'extrémité proximale de l'aiguille et d'une amélioration automatique de la mécanique pulmonaire et des échanges de gaz.
- Mise en place et gestion d'un drain thoracique : un drain thoracique peut être inséré sur le côté droit du mannequin et il est possible d'extraire du liquide et de l'air de l'espace pleural. Le volume prélevé influence automatiquement et en continu la physiologie du patient pour refléter l'amélioration de la mécanique pulmonaire et des échanges de gaz.

Pharmacologie et système de reconnaissance de médicaments

- Le module pharmacologique contient les paramètres pharmacocinétiques et pharmacodynamiques de plus de 50 médicaments intraveineux.
- Le système de reconnaissance de médicament utilise un lecteur de code-barres pour identifier le médicament et sa concentration, et un débitmètre pour mesurer la dose injectée.
- Toute administration entraîne une réponse physiologique ou pathologique adaptée.
- Le mannequin comporte 3 abords veineux : veines antébrachiale, jugulaire interne droite et fémorale.
- Les injections en bolus s'effectuent avec des seringues standards et les perfusions continues sont possibles avec un grand nombre de pousse-seringues.

- Le patient réagit correctement et automatiquement à des traitements incorrects, ainsi qu'à des sous ou surdosages, sans intervention de l'instructeur (néanmoins toujours possible à tout moment).
- L'éditeur pharmacologique permet de modifier facilement les modèles pharmacologiques et pharmacodynamiques des médicaments existants; il permet aussi d'ajouter de nouveaux médicaments.

Patients, scénarii et interface informatisée

- Le simulateur HPS est piloté par les modèles et contrôlé par un scénario. Des modèles mathématiques sophistiqués de physiologie et pharmacologie humaines déterminent automatiquement l'état physiologique du patient, les signes cliniques et symptômes, et les réponses à de nombreuses interventions.
- Un Fichier Patient définit l'état initial d'un patient et règle les paramètres et variables sur lesquels les modèles sont basés. Par exemple la compliance pulmonaire du patient, ainsi que d'autres valeurs sont réglées au départ par le Fichier Patient.
- Lorsqu'un Fichier Patient est chargé, les différents modèles régulent automatiquement la physiologie du patient selon le type de patient défini.
- Les modèles et autres aspects du simulateur sont contrôlés par une interface en temps réel pour modifier des paramètres physiologiques et contrôler le système. L'interface sert à donner des commandes individuelles et à contrôler des paramètres et un scénario donne des jeux d'instructions provoquant des réponses et réactions spécifiques du patient. Par exemple quand un Fichier Patient est chargé, l'interface en temps réel peut servir à changer un paramètre physiologique, comme la compliance pulmonaire, à un instant donné. Elle peut aussi servir à augmenter ou diminuer la sévérité d'un événement, diminuer ou prolonger la durée d'un événement à tout moment de la simulation.
- Un scénario peut être utilisé pour modifier des paramètres physiologiques et créer un laryngospasme, puis pour lever le laryngospasme seulement si un médicament adéquat est délivré à une dose suffisante.
- Le système METI-HPS comprend des patients préconfigurés de différents âges, états physiologiques, antécédents médicaux et sexes.
- Certains utilisateurs préfèrent créer leurs propres patients ou modifier les patients existants. L'éditeur de patient du logiciel METI-HPS permet facilement de modifier les profils patients en changeant simplement n'importe quel paramètre physiologique (par exemple résistance vasculaire systémique, contractilité du ventricule gauche, résistance bronchique, etc.) pour s'adapter aux préférences de l'instructeur ou pour créer de nouveaux patients.
- Le simulateur comporte des scénarios préconfigurés, couvrant un grand nombre d'événements et de situations de crise. Ces scénarii vont d'un simple problème à des événements sévères comme l'hyperthermie maligne, le choc anaphylactique, le pneumothorax sous tension et la tamponnade cardiaque. A l'aide de l'éditeur de scénarii, l'utilisateur peut modifier les scénarii préconfigurés ou créer des scénarii "sur mesure" répondant à des objectifs pédagogiques spécifiques.
- Les scénarii peuvent se superposer les uns aux autres pour créer des situations combinées sous le contrôle direct de l'instructeur. Par exemple une mauvaise gestion des voies aériennes en urgence par jet-ventilation peut provoquer un pneumothorax sous tension.