

# Brève mise à jour sur la sécurité et les données chirurgicales : les programmes NSQIP et FUSE

## Brief Update on Surgical Safety and Outcomes: NSQIP and FUSE

PR Fuchshuber [1], SD Schwaitzberg [2], V Rabrenovich [3], LS Feldman [4], D Bougère-Jones [5]

1. *Surgical Oncology and General Surgery - CoChair Interregional KP-NSQIP Collaborative - Associate Professor of Surgery, UCSF-East Bay - The Permanente Medical Group, Inc. - 1425 South Main Street - Walnut Creek, CA 94596 USA.*
2. *Chief of Surgery - Cambridge Health Alliance - Professor of Surgery - Harvard Medical School - Cambridge, MA, USA.*
3. *Director PMG Performance Improvement - The Permanente Federation - Oakland, CA, USA.*
4. *Professor of Surgery, McGill University - Director Division of General Surgery - McGill University Health Centre - 1650 Cedar Avenue L9-303 - Montreal Quebec H3G 1A4.*
5. *Professor of Surgery - Harvard Medical School - Vice Chair of Surgery - Office of Technology and Innovation - Chief, Minimally Invasive Surgical Services - Beth Israel Deaconess Medical Center - Boston, MA, USA.*

### Mots clés

- ◆ Qualité
- ◆ Résultats chirurgicaux
- ◆ Sécurité des salles opératoires
- ◆ Sécurité des patients

### Résumé

Cette présentation décrit deux programmes d'amélioration de la sécurité et de la performance chirurgicales : NSQIP et FUSE.

Le projet d'amélioration de la qualité chirurgicale nationale (NSQIP) a évolué au cours des cinq dernières années. En plus du modèle général / vasculaire, plusieurs nouvelles bases de données ont été ajoutées. Le nombre de variables a été réduit, les examinateurs de cas chirurgicaux peuvent être attribués à plusieurs hôpitaux, la gestion électronique des données a été introduite et la description des résultats ont évolué. Un projet d'amélioration de la performance chirurgicale traitant des l'infection chirurgicale colorectale e basée sur l'utilisation des données de NSQIP est décrit.

Des blessures et des dommages à partir d'appareils d'électrochirurgie se produisent à un taux de 1-2 pour 1 000 patients aux États-Unis Ces complications incluent des lésions intestinales et vasculaires. Plus de 600 incendies de salle opératoires se produisent chaque année aux États-Unis avec mortalité de 2-3 patients par an. Ces accidents sont évitables et la plupart sont associés à l'utilisation de dispositifs d'énergie chirurgicaux. Dans plus de 90 %, la source d'incendie est rapportée à un dispositif électro chirurgical.

En réponse à ce problème de sécurité, la Society of American Gastroenterologic and Endoscopic Surgeons (SAGES) a développé le programme FUSE : Fundamental Use of Surgical Energy. Il comprend deux volets : un programme de formation normalisé pour les chirurgiens et autres professionnels de la santé de toutes les spécialités, et un test de certification qui répond aux normes psychométriques et d'accréditation élevés. La réussite à l'examen se traduira par la certification de FUSE. La mission de FUSE est de répondre au besoin de, la sécurité et l'évaluation des compétences pour l'utilisation de dispositifs d'énergie par des chirurgiens, endoscopistes, anesthésiste et d'infirmières.

### Keywords

- ◆ Quality
- ◆ Surgical Outcome
- ◆ Operating Room Safety
- ◆ Patient Safety

### Abstract

This presentation describes two surgical safety and performance improvement programs; NSQIP and FUSE.

The National Surgical Quality Improvement Project (NSQIP) has evolved in the last 5 years. In addition to the General/Vascular Model, several new subspecialty databases have been added. The number of variables has been reduced, surgical case reviewers can be assigned to several hospitals, electronic data management has been introduced and the descriptions of individual hospital outcomes have evolved.

Injury and harm from electrosurgical devices occurs at a rate of 1-2 per 1000 patients in the US. These complications include unrecognized bowel injuries and major vascular injuries. Over 600 operating fires occur each year in the United States with 2-3 mortalities each year. These injuries are preventable and most of them are associated with the use of surgical energy devices. In over 90%, the reported ignition source is an electrosurgical device.

In response to this safety issue, the Society of American Gastroenterologic and Endoscopic Surgeons (SAGES) developed the Fundamental Use of Surgical Energy (FUSE) Program, FUSE includes two components: a standardized curriculum for surgeons and allied health care professionals of all specialties, and a certification test that meets high psychometric and accreditation standards. Success on the test will result in FUSE certification, documenting the basic knowledge that underlies the safe use of energy-based devices in the operating room. The mission of FUSE is to fill the unmet curricular, regulatory, safety and competency assessment needs that exist for the use of energy devices in patients by surgeons, endoscopists, anesthesiologist and nurses.

### Correspondance :

*Pascal Fuchshuber MD, PhD, FACS, Surgical Oncology and General Surgery - CoChair Interregional KP-NSQIP Collaborative - Associate Professor of Surgery, UCSF-East Bay - The Permanente Medical Group, Inc. - 1425 South Main Street - Walnut Creek, CA 94596 USA—E-mail : pascal.fuchshuber@kp.org*

## Le programme NSQIP

Le « National Surgical Quality Improvement Project » (NSQIP) est un programme de l'American College of Surgeon (ACS) conçu pour mesurer les résultats des interventions chirurgicales de façon à pouvoir comparer ces résultats d'un hôpital à l'autre (1,4). Ceci est réalisé avec un ajustement des risques valides en se servant d'une régression logistique. Cet ajustement des risques permet une comparaison impartiale des résultats entre des hôpitaux de différentes taille desservent des populations divers de malades (2,3).

NSQIP est basé sur 135 variables recueillies recueillies en période préopératoire et jusqu'à 30 jours postopératoires. Les variables sont d'origine des catégories :

- démographie ;
- profil chirurgical ;
- données préopératoires ;
- données opératoires ;
- données postopératoires.

Neuf catégories de complications sont rapportées :

- mortalité ;
- toutes complications ;
- complications cardiaques ;
- pneumonie ;
- intubation non prévue ;
- intubation prolongée de plus que 48 heures ;
- embolie pulmonaire et thrombose veineuse ;
- dysfonction rénale ;
- abcès et infection de la plaie.

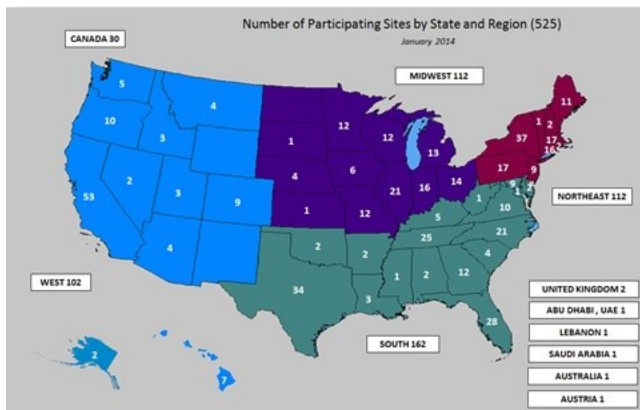


Figure 1 : Depuis Janvier 2014 le Programme NSQIP compte plus que 500 hôpitaux participants, la plupart aux États-Unis mais aussi un nombre croissant dans le monde.

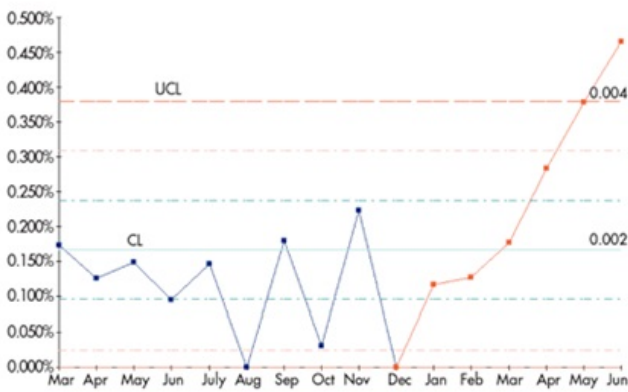


Figure 3 : Exemple de surveillance d'une performance en temps réel - le « Run Chart ». L'information la plus importante est tout de suite disponible - une aggravation rapide des infections de la plaie. Cette information peut être mise à disposition répétitivement (toutes les deux semaines par exemple).

La collecte des variables est effectuée par un spécialiste formé par NSQIP par analyse du document médical. Ce spécialiste est soumis à un audit annuel pour assurer une fiabilité des données d'au moins 95 %. La vigueur de ce système réside dans la stricte définition des complications et la validation de l'ajustement du risque. Le suivi de ces définitions est contrôlé par des audits réguliers effectués à partir d'un bureau centralisé.

Depuis Janvier 2014 le Programme NSQIP compte plus que 500 hôpitaux participants, la plupart aux États Unis mais aussi un nombre croissant dans le monde (Fig. 1). Il y a plus de 10 millions de données dans la fiche centrale NSQIP, la « public utility file » ou PUF file. Le programme est devenu très flexible et il est maintenant possible d'ajouter des variables qui sont spécifique à une opération particulière, par exemple des données tenant compte du classement et de la sévérité des fistules pancréatique etc. Ceci facilite aux hôpitaux participant des choisir des projets d'amélioration des résultats chirurgicaux particuliers à certaines opérations.

La comparaison des résultats entre les hôpitaux n'est plus le domaine du programme NSQIP. Il y a de nombreux sites internet publics qui démontrent les performances des hôpitaux et des médecins privés (Fig. 2).

Par contre, ce qui intéresse c'est la performance individuelle d'un hôpital ou d'un groupe d'hôpitaux, et l'identification et la surveillance des performances inférieures. Les données NSQIP fournissent cette information et sert au développement des



Figure 2 : Exemple d'un des nombreux sites internet publics qui démontrent les performances des hôpitaux et des médecins privés. Il suffit de mettre le Code Postal et le nom de la ville.



Figure 4 : Exemple du « Le calculateur NSQIP du Risque Préopératoire ». Le Calculateur est basé sur l'ensemble des données NSQIP et accessible par Internet. Suivant l'entrée des données préopératoires individuelles d'un patient le calculateur affiche les risques particuliers de cet individu et les compare avec le risque moyen NSQIP pour une opération identique. (Exemple montré : le risque d'infection de la plaie du patient et favorable).

processus d'amélioration des résultats chirurgicaux individuels des hôpitaux participant. Pour cela, NSQIP est capable de transmettre les résultats en temps réel - un mettant à disposition des « Run Chart ». L'information la plus importante est tout de suite disponible - une aggravation rapide des infections de la plaie sur l'exemple donné ici (Fig. 3). Cette surveillance des résultats cliniques à temps réel permet une efficacité impressionnante des mises en place de processus de sécurité en chirurgie.

Le grand nombre de donnée individuelle de milliers de patients chirurgicaux a permis de développer un « Le calculateur NSQIP du Risque Préopératoire » (Fig. 4). Le Calculateur est basé sur l'ensemble des données NSQIP et accessible par Internet. Il permet d'établir le risque peropératoire spécifique d'un malade (Fig. 4). Le calculateur affiche les risques particuliers d'un individu et les compare avec le risque moyen NSQIP pour une opération identique. L'exemple montre un risque d'infection de la plaie favorable (Fig. 4).

L'ensemble des données NSQIP - appeler « Public Utility File » et disponible librement à la recherche clinique - avec une utilisation de plus en plus fréquente. Les premières 10 publications par fréquence de citation sur la qualité en Chirurgie en langue anglaise reposent tous sur les données NSQIP. C'est NSQIP qui nous permet pour la première fois aux USA des analyses de la qualité des résultats chirurgicaux à travers un large groupe d'hôpitaux divers. Un exemple d'un travail NSQIP coopérative sur l'amélioration des résultats chirurgicaux représenté par la mutuelle Kaiser. Kaiser est un vaste réseau de groupes médicaux privés formant la plus grande mutuelle à but

non lucratif aux États-Unis (Fig. 5). Elle donne des soins à neuf millions de membres et comprend 16 000 + médecins et 182 000 + employés dans 46 hôpitaux et 533 cabinets médicaux.

L'ensemble des résultats chirurgicaux NSQIP pour une région particulière du groupe Kaiser - la Californie du Nord avec un peu plus de trois millions de membres - contient chaque complication NSQIP avec le nombre annuel de tous les patients atteint par une complication, le nombre annuel de la mortalité et le nombre de jours d'hospitalisation en excès du prévu. Le potentiel d'amélioration pour la région de la Californie du Nord atteint presque 10 000 patients, plus de 500 mortalités et plus de 52 000 jours en excès par an. Un excès de 50 000 jour d'hospitalisation par an correspond à peu près à un hôpital de 150 lits chirurgicaux.

Au sein du groupe et selon les résultats procurés par NSQIP on a développé un faisceau de processus simple et efficace pour la réduction des infections de la plaie chez les patients en chirurgie a été développé : application de Chlorhexidine préopératoire, maintenance de Normothermie, application du protecteur de la plaie en plastique, dosage approprié d'antibiotiques et double gant (Fig. 6). Le but final - un processus fiable et efficace - est accompli par un programme d'éducation des infirmières et des patients avec standardisation des protocoles. Tous ces efforts nous permettent une réduction des infections de la plaie de 20 à 30 %, élimination presque totale de cette complication (Fig. 7).

En résumé, NSQIP est au centre de nos efforts afin d'obtenir des soins chirurgicaux efficaces et de haute qualité. En moyenne, les établissements participants réduisent la mortalité postopératoire de 27 % et les complications de 45 %. Chaque hôpital participant, en moyenne, évite 250 complication et entre 12 à 27 décès par an avec ce programme (5). Les implications économiques sont importantes. L'hôpital Kaiser Walnut Creek a pu économiser plus d'un million US\$ par an avec la réalisation du programme NSQIP, surtout en mettant en place un programme supprimant les pneumonies postopératoires (6).

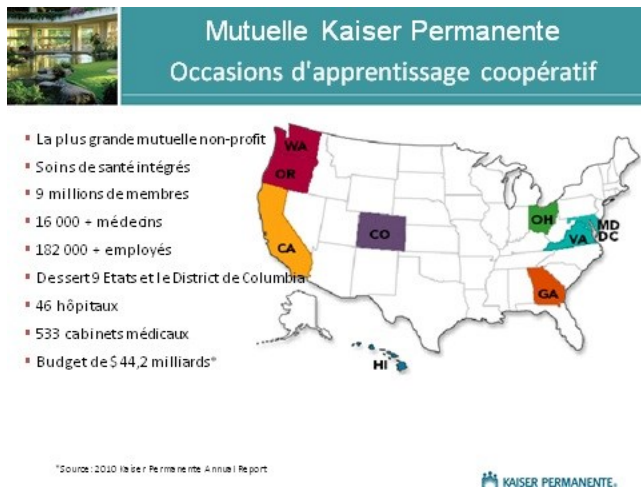


Figure 5 : La mutuelle Kaiser est un vaste réseau de groupes médicaux privés de plus de 16 000 médecins qui dessert plusieurs états à travers les États-Unis. (Avec la permission de Kaiser Permanente Fédération).

Bundle Element	Evidence Based?	PI Success?	Expert Endorsed?
Chlorhexidine Before Surgery	☑	☑	☑
Maintenance of Normothermia	☑	☑	☑
Use of Wound Protectors	☑	☑	☑
Abx: Weight-Based Dosing	☑	☑	☑
Abx: Re-dose 3+ Hour Cases	☑	☑	☑
Surgeon Double-Gloving	☑	☑	☑

Figure 6 : Faisceau de processus simple et efficace : ici application de Chlorhexidine préopératoire, maintenance de Normothermie, application des protecteurs de la plaie, dosage approprié d'antibiotiques et double gant appliqué sur tout le system Kaiser. (Avec la permission de Kaiser Permanente Fédération).

## FUNDamental Use of Surgical Energy - FUSE

Chaque année les salles opératoires accueillent des millions d'interventions aux États-Unis. Il est bien entendu que de nombreuses procédures invasives comportent des risques importants et peuvent conduire à des complications potentiellement graves.

La sensibilisation accrue du public sur la sécurité dans la salle d'opération a conduit de nombreuses institutions à adopter

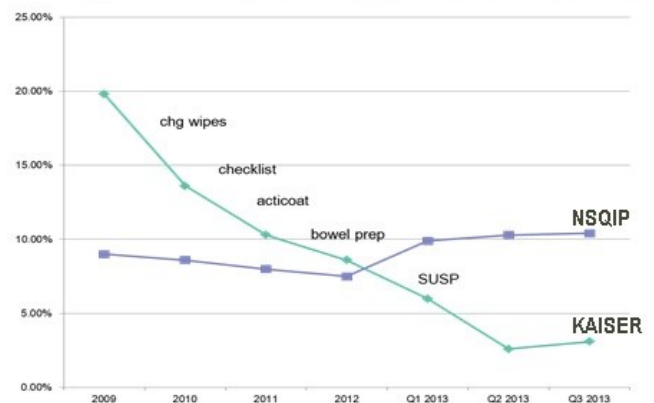


Figure 7 : Réduction des infections de la plaie de 20 à 3 %, élimination presque totale de cette complication suite à la mise en place d'un faisceau de processus. (Avec la permission de Kaiser Permanente Fédération).



## Programme Educatif FUSE Les Principes de l'Usage de l'Energie en Chirurgie

Programme standard  
dans la science de  
l'énergie chirurgicale

Format multimédia  
Module online  
Hands-on course



Développé en  
coopération  
multidisciplinaire

Examen validé  
et certificat  
professionnel

Figure 8 : Le programme éducatif FUSE a créé un standard de la connaissance de l'énergie chirurgicale en format multimédia avec la capacité d'obtenir un certificat professionnel. (Avec la permission de SAGES) [www.fuseprogram.org](http://www.fuseprogram.org). [www.fundamentals-didactics.com](http://www.fundamentals-didactics.com).

une pléthore de programmes et d'outils, tels que la formation de l'équipe et les check-lists (7). Malgré ces efforts, de nombreux problèmes de sécurité demeurent. Un exemple frappant est dans l'application des dispositifs basés sur l'énergie couramment utilisés par les chirurgiens, les anesthésistes, les gastro-entérologues et les infirmières (8). Ces instruments peuvent causer des dommages graves et de décès chez les patients à cause d'un manque de compréhension fondamentale de leur fonction et de leur application correcte. Ce manque de connaissances contribue à environ 600 incendies chaque année aux États-Unis, un grand nombre d'accidents dus à des interférences avec des appareils cardiaques implantables, ainsi qu'un nombre considérable de blessures internes parfois mortelles (8-16).

Le programme de FUSE a été créé pour apporter aux chirurgiens une compréhension plus complète de la façon d'utiliser des dispositifs chirurgicaux à base d'énergie (Fig. 8).

### Ampleur du problème

Les chirurgiens ont utilisé des dispositifs à base de multiple source d'énergie depuis des millénaires. La cautérisation - l'application directe de la chaleur au tissu a été utilisée depuis 3000 avant JC pour détruire les tumeurs et obtenir l'hémostase (17). Au début du 20<sup>e</sup> siècle, plusieurs ingénieurs ont développé des instruments chirurgicaux basés sur l'énergie électrique. L'instrument le plus connu a été inventé par William T. Bovie et applique un courant alternatif à haute fréquence (radiofréquence électrochirurgie) aux tissus, combinant l'action de coupe et coagulation (18). Ce dispositif à base d'énergie est toujours le plus utilisée aujourd'hui. Dans les années 1940, les dispositifs d'énergie chirurgicale ont commencé à évoluer. Les dispositifs bipolaires ont été introduits, avec des innovations telles que l'incorporation de lames et de mesure de l'impédance en temps réel de coupe (Fig. 9).

Un grand nombre de dispositifs à base d'énergie a été commercialisée pour toutes les spécialités chirurgicales. C'est bien à cause de ces innovations techniques que les progrès de la chirurgie mini-invasive, les techniques interventionnelles endoscopiques, et les approches percutanées sont devenues possibles. Ce boom technologique a conduit à une multitude de plates-formes d'appareil et configurations.

Les infirmières et les anesthésistes ont depuis longtemps reconnu le danger du manque de connaissances sur l'utilisation des dispositifs d'énergie chirurgicales. En 1979, un arrêt cardiaque par électrocution chez un jeune patient subissant une laparotomie a été rapportée. Un dispositif électrique défec-

## Pourquoi FUSE?

Augmentation spectaculaire du nombre et de la complexité des dispositifs d'énergie disponibles en Chirurgie contemporaine



Figure 9 : FUSE est née de l'observation que les chirurgiens contemporains utilisent une grande gamme de dispositifs à base d'énergie, bien souvent sans formation ou connaissance adéquate. Les deux dernières décennies ont vu une augmentation spectaculaire du nombre et de la complexité des dispositifs d'énergie en salle d'opération et en endoscopie. (Avec la permission de SAGES).

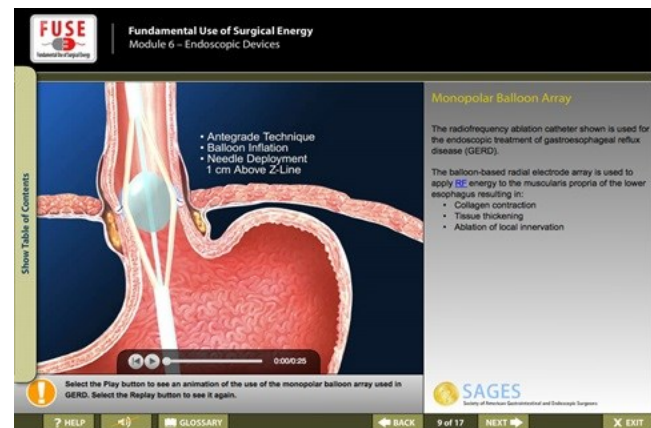


Figure 10 : Exemple d'une page du module d'éducation. Ce module permet l'apprentissage et la préparation de l'examen « online ». (Avec la permission de SAGES).

tueux sur la table d'opération a été la cause du décès du patient (19). En 2010, Wills et ses collègues ont rapporté un cas de blessure d'une infirmière par électrochoc (20). Ces rapports de blessures liées aux appareils électriques ont conduit à des normes plus sûres pour les appareils électroniques couramment utilisés en salles d'opération, y compris les machines ECG, moniteurs d'anesthésie, tables d'opération, les prises électriques et les interrupteurs. Les chirurgiens, cependant, n'étaient pas impliqués dans le développement de ces normes de sécurité et sont restés largement inconscients du danger potentiel des sources d'énergie dans les salles d'opération.

Le nombre estimé de blessures liées à l'électrochirurgie pendant les procédures laparoscopiques est de 1 à 2 pour mille patients. Ces complications dévastatrices sont souvent des blessures thermiques non reconnues intestinales et vasculaires (21). Les blessures au cours de la chirurgie laparoscopique sont particulièrement dangereuses parce qu'elles sont difficiles à détecter (22). Avec plus de deux millions de procédures laparoscopiques effectuées annuellement aux États-Unis, ceci représente un problème majeur de la sécurité des patients (Tableau I).

Malgré tout, les connaissances fondamentales concernant l'utilisation correcte et les dangers de dispositifs basés sur l'énergie, restent incomplètes (23,24). Contrairement aux

## Accidents et complications électrochirurgicales

### Blessures ES aux Etats-Unis

- **40 000 patients blessés** par an à cause d'un dispositif ES
- **70% des blessures non-détectées** au moment de l'accident
- **18% des chirurgiens ont été témoin d'une blessure** à cause d'un couplage capacitif
- **54% connaissaient un collègue qui a subi une blessure** à cause d'électricité parasite
- En 1999, près de **600 millions de dollars versés** dans les revendications à cause des blessures ES

Source: Outpatient Surgery Feb 2002

Tableau I : Évaluation des accidents et complications électrochirurgicales aux États-Unis.

manuels rédigés pour les anesthésistes et les infirmières, les textes chirurgicaux contiennent peu d'informations pertinentes au sujet de ces instruments. En outre, les chirurgiens sont rarement tenus de s'entraîner sur les appareils basés sur l'énergie ou de documenter leur connaissance des problèmes de sécurité.

### Le Programme FUSE

Le programme d'éducation FUSE a été fondée par la Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons (SAGES) et consiste en un programme de formation normalisé pour les chirurgiens et autres professionnels de la santé de toutes les spécialités et un test de certification qui répond aux normes psychométriques et d'accréditation rigoureux.

Le programme comprend un manuel sur l'énergie et la sécurité chirurgicale publié en 2012 (25) [www.fuseprogram.org](http://www.fuseprogram.org) et un programme multimédia en ligne achevée en 2012. Le programme en ligne FUSE est disponible depuis Septembre 2014 à partir de SAGES à [www.fundamentals-didactics.com](http://www.fundamentals-didactics.com).

Le programme de FUSE comprend 10 sections et 64 objectifs éducatifs (Tableau II) :

Le contenu porte sur les principes clés de l'utilisation sûre et efficace des dispositifs d'énergie chirurgicaux et d'endoscopie. Par exemple, principes d'électrochirurgie (Section 1) couvre les types de courants électriques utilisés ; nomenclature correcte ; définition des principes physiques, type de générateurs d'électrochirurgie ; systèmes monopolaire par rapport aux systèmes bipolaires ; électrodes actives et de dispersion ; effets physiques de température et de courant alternatif sur les cellules et les tissus ; chauffage résistif ; et les différents effets sur les tissus (dessiccation, coagulation, fulguration). Le programme en ligne offre un contenu multimédia du programme FUSE, y compris les questions du test d'auto-évaluation. Un exemple d'une « page » du programme en ligne est illustré par la figure 10.

Tous les membres de l'équipe chirurgicale doivent être en mesure de démontrer et d'appliquer une compréhension fondamentale de l'utilisation de l'énergie chirurgicale afin d'obtenir des résultats cliniques optimaux et de créer l'environnement le plus sûr possible pour le patient et le personnel. Le programme de FUSE porte sur les types les plus courants de dispositifs d'énergie, leur impact sur la prévention des incendies, la sécurité des dispositifs électroniques implantables, et l'utilisation sûre et appropriée des dispositifs d'énergie dans le champ opératoire. C'est le premier outil éducatif qui traite directement de la sécurité du patient en salle d'opération et la sécurité de l'équipe pour les appareils de l'énergie (25-27).

## Programme Educatif FUSE

10 domaines ➔ 63 objectifs

Domaines	Objectifs
1 Principes de base de l'électrochirurgie	7
2 Mécanismes et prévention des événements indésirables	20
3 Dispositifs monopolaires	4
4 Dispositifs bipolaires	5
5 L'ablation par radiofréquence	4
6 Dispositifs endoscopiques	4
7 Systèmes d'énergie à ultrasons	5
8 Systèmes d'énergie à micro-ondes	2
9 Dispositifs d'énergie en chirurgie pédiatrique	3
10 Intégration avec d'autres dispositifs médicaux (Pacemaker)	9

Focus on SAFETY  
for everyone in  
the OR

Tableau II : Le programme éducatif FUSE. Liste des 10 domaines éducatifs qui contiennent 63 objectifs. (Avec la permission de SAGES).

### Références

1. <http://www.acsnsqip.org>.
2. Dimick JB, Osborne NH, Hall BL, KO CY, Birkmeyer JD. Risk adjustment for comparing hospital quality with surgery: how many variables are needed? *Am Coll Surg.* 2010;210:503-8.
3. Ingraham AM, Richards KE, Hall BL, Ko CY. Quality improvement in surgery: the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program approach. *Adv Surg.* 2010;44:251-67.
4. Khuri SF, Daley J, Henderson W, Hur K, Demakis J et al.. The Department of Veterans Affairs' NSQIP: the first national, validated, outcome-based, risk-adjusted, and peer-controlled program for the measurement and enhancement of the quality of surgical care. *National VA Surgical Quality Improvement Program.* *Ann Surg.* 1998;228:491-507.
5. Hall BL, Hamilton BH, Richards K, Bilimoria KY, Cohen ME, Ko CY et al. Does surgical quality improve in the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program: an evaluation of all participating hospitals? *Ann Surg.* 2009;250:363-76.
6. Fuchshuber PR, Greif W, Tidwell CR, Klemm MS, Frydel C et al. The power of the National Surgical Quality Improvement Program-achieving zero pneumonia rate in general surgery patients. *Perm J.* 2012;16:39-45.
7. Banki F, Ochoa K, Carrillo ME et al. A surgical team with focus on staff education in a community hospital improves outcomes, costs and patient satisfaction. *Am J Surg.* 2013;206:1007-14.
8. ECRI Institute. Top 10 health technology hazards for 2012. Available at: <https://www.ecri.org/Products/Pages/Top-10-Hazards-Resources.aspx>. Accessed April 14, 2014.
9. Govekar HR, Robinson TN, Varosy PD et al. Effect of monopolar radiofrequency energy on pacemaker function. *Surg Endosc.* 2012;26:2784-8.
10. Nduka CC, Super PA, Monson JR, Darzi AW. Cause and prevention of electrosurgical injuries in laparoscopy. *J Am Coll Surg.* 1994;179:161-70.
11. Sankaranarayanan G, Resapu RR, Jones DB, Schwaizberg S, De S. Common uses and cited complications of energy in surgery. *Surg Endosc.* 2013;27:3056-72.
12. Agarwal BB, Gupta M, Agarwal S, Mahajan K. Anatomical footprint for safe laparoscopic cholecystectomy without using any energy source: A modified technique. *Surg Endosc.* 2007;21:2154-8.
13. Kriplani A, Garg P, Sharma M, Lal S, Agarwal N. A review of total laparoscopic hysterectomy using LigaSure uterine artery-sealing device: AIIMS experience. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2008;18:825-9.
14. Polychronidis A, Tsaroucha AK, Karayiannakis AJ, Perente S, Efsthathiou E, Simopoulos C. Delayed perforation of the large bowel due to thermal injury during laparoscopic cholecystectomy. *J Int Med Res.* 2005;33:360-3.
15. Peterson HB, Ory HW, Greenspan JR, Tyler CW Jr. Deaths associated with laparoscopic sterilization by unipolar electrocoagulating devices, 1978 and 1979. *Am J Obstet Gynecol.* 1981;139:141-3.
16. Willson PD, van der Walt JD, Moxon D, Rogers J. Port site electro-surgical (diathermy) burns during surgical laparoscopy. *Surg En-*

- dosc.1997;11:653-4.
17. Schwaitzberg SD. Evolution and revolutions in surgical energy. In: Feldman LS, Fuchshuber P, Jones DB, eds. *The Fundamental Use of Surgical Energy (FUSE) Manual*. New York, NY: Springer; 2012:3.
  18. O'Connor JL, Bloom DA. William T. Bovie and electrosurgery. *Surgery*. 1996;119:390-6.
  19. Chambers JJ, Saha AK. Electrocutation during anesthesia. *Anesthesia*. 1979;34:173-5.
  20. Wills JH, Ehrenwerth J, Rogers D. Electrical injury to a nurse due to conductive fluid in an operating room designated as a dry location. *Anesth Analg*. 2010;110:1647-9.
  21. Cormier B, Nezhat F, Sternchoc J, Sonoda Y, Leitao MM Jr. Electrocautery-associated vascular injury during robotic-assisted surgery. *Obstet Gynecol*. 2012;120(2 Pt 2):491-3.
  22. LeBlanc KA, Elieson MJ, Corder JM III. Enterotomy and mortality rates of laparoscopic incisional and ventral hernia repair: A review of the literature. *JSLs*. 2007;11:408-14.
  23. Feldman LS, Brunt LM, Fuchshuber P et al. Rationale for the fundamental use of surgical Energy (FUSE) curriculum assessment: Focus on safety. SAGES FUSE Committee. *Surg Endosc*. 2013;27:4054-9.
  24. Feldman LS, Fuchshuber P, Jones DB, Mischna J, Schwaitzberg SD. FUSE (Fundamental Use of Surgical Energy) Task Force. Surgeons don't know what they don't know about the safe use of energy in surgery. *Surg Endosc*. 2012;26:2735-9.
  25. Feldman LS, Fuchshuber P, Jones DB, eds. *The Fundamental Use of Surgical Energy (FUSE) Manual*. New York, NY: Springer; 2012.
  26. Madani A, Watanabe Y, Vassiliou MC et al. Impact of a hands-on component on learning in the Fundamental Use Of Surgical Energy (FUSE) curriculum: A randomized-controlled trial in surgical trainees. *Surg Endosc*. May 2, 2014;28:2772-82.
  27. Allen BF, Schwaitzberg SD, Jones DB, De S. Toward the development of a virtual electrosurgery training simulator. *Stud Health Technol Inform*. 2014;196:11-3.