

## NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

### Prévention des incendies et des explosions dans les salles d'opération des hôpitaux Sereda, P. J.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

#### **Publisher's version / Version de l'éditeur:**

<https://doi.org/10.4224/40001099>

*Digeste de la construction au Canada, 1964-05*

#### **NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :**

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=b6ab1a24-c421-41b1-99df-cab618e4de8e>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=b6ab1a24-c421-41b1-99df-cab618e4de8e>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

**Questions?** Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

**Vous avez des questions?** Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

## **Digeste de la Construction au Canada**

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

**CBD 32F**

# **Prévention des incendies et des explosions dans les salles d'opération des hôpitaux**

*Publié à l'origine en mai 1964*

*P. J. Sereda*

### **Veillez noter**

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

La construction des hôpitaux est si complexe qu'on ne donne pas toujours l'importance qu'il faudrait aux risques d'incendie et d'explosion dans les salles d'opération. Ces risques, cependant, ne doivent pas être minimisés. La Division des recherches en bâtiment a commencé à s'en occuper sérieusement en 1953, année où elle reçut une demande de renseignements émanant d'un bureau d'architectes, au sujet des revêtements de sol des salles d'opération.

Le présent Digeste est surtout destiné aux architectes et aux ingénieurs mais il va sans dire que les administrateurs des hôpitaux devraient, eux aussi connaître la nature spéciale des moyens dont on dispose pour réduire les risques d'incendie et d'explosion dans les salles d'opération. Pour que ces moyens soient vraiment efficaces il faut que le personnel des salles d'opération établisse des règlements et prenne certaines précautions dans le but d'empêcher les gaz anesthésiques de s'enflammer.

Il peut paraître étrange que dans une activité comme la chirurgie qui présente elle-même de grands risques il faille se préoccuper des explosions et des incendies pouvant être provoqués par des gaz anesthésiques comme l'éther, le cyclopropane et l'éthylène lorsqu'ils sont mélangés à de l'oxygène. D'après les statistiques ces accidents se produisent à la cadence de 1 pour 80,000 à 100,000 anesthésies faites avec des gaz inflammables. Les statistiques, cependant, ne donnent pas toujours une idée exacte de l'importance de certains dangers. Un accident comme une explosion dans une salle d'opération produit un grand choc psychologique ressenti par le personnel de service, le public en général, les futurs malades sans parler de la mauvaise réputation faite au médecin et à l'hôpital si l'accident est attribuable à la négligence. L'idée qu'un accident est possible peut inquiéter le personnel médical, qui est déjà astreint à de grandes tensions, et ainsi réduire son efficacité.

### **Le danger qui menace les salles d'opération**

Le danger qui menace les salles d'opération est le mélange possible de gaz anesthésiques avec de l'oxygène pur ou avec l'oxygène de l'air. D'importantes études ont été effectuées in situ et au laboratoire particulièrement par le *Bureau of Mines* des États-Unis. Ces travaux ont démontré que des mélanges d'oxygène ou d'air avec les gaz anesthésiques normalement employés dans les salles d'opération peuvent être enflammés par de très petites sources énergétiques. Parmi les facteurs d'inflammation il y a lieu de mentionner les étincelles comme celles qui proviennent des charges électrostatiques accumulées sur le matériel et sur le personnel des salles d'opération. En fait, quoique ces étincelles constituent une importante source d'inflammation d'autres sources comme les flammes, les arcs et les étincelles provenant de dispositifs électriques non à l'épreuve des explosions, d'installations électriques mal faites, de lampes incandescentes, d'endoscopes, de cautères à haute fréquence ou d'instruments de coagulation, ont multiplié les risques.

### **Comment prévenir les accidents**

La sécurité commence par la prise de conscience du danger. Pour que cette prise de conscience se fasse dans les salles d'opération il faut que le personnel qui y travaille soit formé. Il faut lui montrer les dangers qui existent, lui expliquer les facteurs qui y contribuent ainsi que les mesures qu'il y a lieu de prendre pour réduire le plus possible les risques d'accidents.

Il existe des codes de sécurité qui facilitent la mise au point des moyens de défense. L'Association nationale de protection contre l'incendie a publié un tel document et l'Association canadienne des normes, possède un comité qui procède actuellement à la rédaction d'un autre code. On ne peut, dans le présent Digeste, que passer en revue les aspects généraux du problème et les lecteurs sont invités à consulter la documentation disponible.

### **Sources d'inflammation**

*Flammes déclarées et surfaces brûlantes* - Cigarettes allumées, chaufferettes et réchauds, cautères, stérilisateurs, lampes et accessoires de lampes, instruments chauffés comme les seringues dentaires chaudes ou toutes surfaces ayant une température supérieure à 180°C. Toutes ces sources d'inflammation peuvent être surveillées ou éliminées par le personnel sans qu'il lui en coûte trop d'efforts. De la vigilance et de la coopération: voilà tout ce qu'il faut!

*Systèmes électriques* - Les appareils électriques qu'ils soient fixes ou portatifs constituent des sources d'inflammation par étincelles électriques. Même le fonctionnement normal de dispositifs comme les engrenages des moteurs électriques, les contacts des interrupteurs, les prises de courant, les appareils à haute fréquence, les instruments de coagulation et les appareillages diathermiques peut provoquer des étincelles. Il y a un risque de mauvaises connexions et de courts circuits dans presque tous les appareils électriques. Des étincelles électriques peuvent même se produire entre des objets non directement liés à des appareils électriques et naturellement les appareils électriques et leurs accessoires présentent un certain danger lorsqu'on emploie un équipement à haute fréquence. Les surfaces brûlantes peuvent être constituées par des pièces surchauffées telles que les câbles électriques dans lesquels certains fils ont été coupés.

Pour que les installations et les appareillages électriques soient sans danger il faut veiller à ce qu'ils répondent aux exigences des codes électriques et ils doivent être entretenus régulièrement. Le système recommandé comprend une installation non reliée à la terre, isolée complètement des autres systèmes et pouvant être continuellement contrôlée afin que les défauts puissent être détectés. Un tel système d'installation électrique est particulièrement souhaitable lorsqu'un revêtement de sol conducteur de l'électricité statique est installé, par suite du risque accru qu'un choc électrique se produise. Du fait que le système est muni d'un dispositif spécial prévenant lorsque l'impédance du circuit vers le sol est inférieure à 120,000 ohms il n'y a aucun risque de choc électrique grave et cela facilite l'entretien du système. Un appareillage électrique défectueux branché dans un tel système donnera immédiatement lieu à un avertissement qui sera fourni par le dispositif indicateur. Il suffira de débrancher l'appareillage et de le réparer.

*Étincelles électrostatiques* - On sait par expérience que la cause la plus fréquente de l'inflammation des anesthésiques inflammables est la décharge d'une étincelle électrostatique. Les enquêtes effectuées par les hôpitaux indiquent qu'il n'existe probablement nulle part ailleurs un ensemble d'appareils et d'activités plus susceptibles de produire des charges dangereuses et imprévues d'électricité statique que dans les salles d'anesthésie de la plupart des hôpitaux.

Quoiqu'on sache peu de choses de la nature et du mécanisme de l'électrification statique on dispose d'un vaste réservoir d'observations et d'expériences permettant de définir les conditions dans lesquelles ce phénomène se produit. D'une façon générale n'importe quel matériau isolant peut donner lieu au phénomène de la séparation des charges lorsqu'il est séparé d'une autre surface isolante ou conductrice. Plus est élevée la résistivité spécifique de la surface et plus est intime le contact comme cela est le cas pour les surfaces très lisses ou lorsqu'on fait glisser une surface sur une autre, plus la séparation des charges sera prononcée.

La charge contenue dans n'importe quel corps ou dans une partie d'un corps est un produit de sa capacité et de la tension électrostatique. La capacité de la plupart des objets est petite et les potentiels obtenus lorsqu'il y a séparation de charge sont par conséquent mesurés en milliers de volts. Si la tension électrostatique est supérieure à 350 volts il y a une grande possibilité qu'une décharge d'étincelles se dirige dans l'air vers quelque corps n'ayant pas la même charge à condition que ce corps soit assez près et qu'il ait la capacité de recevoir la charge, par exemple par conduction à la terre. Tout objet transportant une charge peut en induire une dans un autre objet ou dans un autre corps situé à proximité, particulièrement si le second objet est un conducteur d'électricité. L'égalisation de la charge aux autres objets ou au sol au travers d'une petite ouverture peut donner lieu à des étincelles, particulièrement s'il y a une charge sur un objet conducteur comme par exemple une personne.

Pour éliminer l'électrification statique il est nécessaire d'éliminer l'emploi dans les salles d'opération de tous les matériaux ayant une résistivité spécifique élevée et pouvant être classés comme isolants. Tous les objets en caoutchouc ordinaire comme les draps, les roulettes, les souliers; tous les objets en laine comme les couvertures et tous les objets, à l'exception des sous-vêtements faits de nylon, d'orlon, de dacron de soie, d'acétate et de cuir artificiel ou de peaux de requin doivent être retirés des salles d'opération et remplacés par des objets faits de métaux, de caoutchouc conducteur, de plastique ou de coton conducteur. Le coton n'est sûr que lorsque l'humidité de la pièce est maintenue à une valeur supérieure à 50%. En vertu de ses propriétés hygroscopiques sa résistance est fonction de l'humidité relative de l'air. Pour des valeurs d'humidité relative supérieures à 50% la surface conduit les charges électrostatiques assez rapidement pour empêcher l'accumulation de tensions dangereuses. Le coton peut être rendu non statique aux basses humidités grâce à un traitement au moyen d'agents antistatiques. Cette procédure, cependant, exige une attention régulière.

On a remarqué que la résistivité augmente exponentiellement à mesure que l'humidité relative décroît vers 0. Il s'ensuit que la charge électrostatique est à un maximum lorsque l'humidité relative est d'environ 35% et qu'elle décroît à mesure que l'humidité relative devient inférieure à cette valeur. Il n'y a donc aucun avantage et il peut même y avoir quelque danger à fournir de l'humidité dans les salles d'opération au cours des périodes très sèches à moins qu'il ne soit possible de maintenir une humidité adéquate d'au moins 50%.

Avec une humidité relative de 25 à 35% le coton propre se chargera à une tension plus élevée que les tissus synthétiques comme le nylon, quoique le nylon conserve sa charge même lorsque l'humidité est de 60% alors que le coton ne change pas du tout. Il est important que tous les objets de coton employés dans les salles d'opération puissent rester plusieurs heures sans contact avec les humidités ambiantes avant d'être utilisés.

En dépit des efforts faits pour éliminer la présence de matériaux isolants et pour maintenir une humidité relative élevée on doit admettre qu'une certaine charge peut encore se produire et qu'une deuxième ligne de défense est requise. On s'est aperçu que la fourniture d'un plancher conducteur de l'électricité statique est un moyen très efficace d'empêcher l'accumulation de

charges électrostatiques dangereuses. Cependant, les médecins et leurs assistants doivent avoir des souliers conducteurs et tous les objets doivent avoir des contacts électriques efficaces avec le plancher au moyen de roulettes conductrices de l'électricité statique, d'extrémités métalliques ou autres dispositifs de mise à la terre. Pour obtenir une sécurité totale tout le monde et toutes les choses doivent être intercouplés électriquement en tout temps par l'intermédiaire d'un revêtement conducteur de l'électricité statique lorsqu'on emploie des anesthésiques inflammables. Ceci nécessite des inspections constantes (au moyen d'essais) et un entretien de haute qualité. Les accumulations de cire ou de crasse sur le plancher ou sur les dispositifs de mise à la terre peuvent provoquer de fortes résistances et annuler l'effet des revêtements conducteurs d'électricité statique.

### **Revêtements de sol conducteurs de l'électricité statique**

Le Comité des salles d'opération des hôpitaux de l'Association nationale de protection contre l'incendie s'est beaucoup préoccupé de l'établissement de normes de résistance pour les revêtements conducteurs fondées sur un type d'essai où l'on simule le contact entre une chaussure et le plancher. Une limite supérieure de résistance de 1 mégohm a été établie pour assurer la dissipation des charges électrostatiques. Dans ce but, des revêtements ayant une résistance plus faible ou une surface conductrice plus grande sont souhaitables. Par suite du danger de choc dans le cas de pannes électriques dans les équipements cependant un minimum de résistance de 25,000 ohms est également nécessaire. Le maximum de résistance peut être bien plus élevé que 1 mégohm; mais à l'heure actuelle un facteur de sécurité est justifiable parce que les propriétés des revêtements conducteurs de l'électricité statique ne sont pas très bien établies et le phénomène de l'électrification n'est lui-même pas complètement compris.

Les matériaux qui entrent dans la composition des revêtements de sol ne fournissent généralement pas une conductivité suffisante dans les conditions normales d'emploi pour assurer la dissipation des charges électrostatiques. Les revêtements de sol en terrazzo munis d'une maille métallique peuvent fournir une conductivité élevée près de la maille amenant la possibilité d'un choc électrique mais offrent peu de conductivité ailleurs. Un grand nombre d'autres types de revêtements de sol tels que le bois, le linoléum et l'asphalte servent d'isolants électriques. Le problème, par conséquent, consiste à trouver un matériau approprié pour le plancher ou le revêtement de plancher qui fournira un passage à l'électricité statique avec une résistance pouvant être maintenue dans certaines limites de sécurité.

Tout revêtement conducteur de l'électricité statique devant servir dans les salles d'opération des hôpitaux devrait être composé d'un matériau semi-conducteur physiquement et chimiquement homogène fournissant une résistance dans certaines limites quelles que soient les conditions de service. Les matériaux courants de revêtements de sol ne sont généralement pas suffisamment conducteurs. Pour les rendre conducteurs il est nécessaire d'adjoindre un ingrédient conducteur dans leurs parties non-conductrices. Évidemment les dimensions des particules des deux ingrédients doivent être aussi fines que possible et leur dispersion doit être très uniforme si l'on veut obtenir des résultats satisfaisants. Il est également souhaitable que tous les ingrédients soient exempts de sels solubles dans l'eau afin que leur conductivité soit seulement fonction des proportions des ingrédients conducteurs et des ingrédients non-conducteurs et soit indépendante des conditions changeantes comme la teneur en eau et l'humidité.

On ajoute du noir de carbone d'acétylène aux ingrédients des revêtements classiques afin de réaliser de nombreux types de revêtements conducteurs de l'électricité statique; terrazzo et carrelages, linoléum, caoutchouc et vinyle ainsi qu'un certain nombre d'enduits conducteurs tels que des mastics ou des peintures spéciales. D'autres matériaux de revêtements de sol conducteurs de l'électricité statique dépendent, pour leur conductivité, de sels solubles et certains ont des métaux ou des oxydes de métaux comme ingrédients conducteurs. Tous semblent donner de bons résultats.

Les sols composés d'une mosaïque d'éléments conducteurs et d'éléments non-conducteurs posent un problème quant à la dimension permise pour les éléments non-conducteurs. Il est

souhaitable de les limiter afin d'assurer un contact électrique satisfaisant entre les pieds et les roulettes des meubles et le sol.

Un certain nombre de matériaux employés dans les revêtements de sol à base de ciment doivent leur conductivité électrique partiellement ou totalement à la présence de sels solubles, les revêtements à base d'oxychlorure étant un bon exemple. Avec ces revêtements la résistance est fonction de la teneur en eau du revêtement de sol; laquelle dépend de l'humidité dans l'air et de l'eau ajoutée durant le lavage. Étant donné que ces facteurs ne sont normalement pas contrôlables dans les salles d'opération la résistance variera beaucoup. En fait, la limite inférieure de la résistance ne peut être atteinte que dans des conditions idéales; si de l'eau est renversée sur un tel revêtement la résistance diminue au point d'atteindre une valeur très basse. De plus ces revêtements de sol tendent à perdre leur conductivité avec le temps par suite de l'enlèvement par lessivage des sels solubles qui se trouvent à leur surface. Ce sont là des problèmes graves qui rendent difficile le maintien de la résistance dans certaines limites spécifiées.

La durabilité de la plupart des matériaux conducteurs peut être améliorée par l'emploi d'un enduit protecteur comme la cire. La plupart des cires cependant, font du tort à la conductivité et on ne peut pas les employer sans risques. Quoique la mise au point d'apprêts et de cires convenables pour protéger de tels revêtements sans faire de tort à leur conductivité fasse actuellement l'objet d'une étude on sait encore très peu de choses à leur sujet pour permettre une recommandation spécifique quelle qu'elle soit.

Ce qu'on a dit ci-dessus a permis de passer en revue certaines des difficultés pratiques que l'on rencontre dans la mise au point des revêtements de sol conducteurs présentant le moins de dangers possibles. Le problème de l'architecte est plus complexe du fait de l'attention qu'il doit porter aux questions touchant à l'économie, à la durabilité, au confort et aussi à l'apparence esthétique des revêtements. L'auteur hésite à mettre ces critères dans un ordre quelconque de priorité mais il suggère néanmoins que la sécurité obtenue à un prix raisonnable devrait toujours venir en tête.

### **Dispositifs de mise à la terre**

La nécessité de réaliser un intercouplage électrique entre tous les objets et toutes les personnes qui se trouvent dans une salle d'opération a déjà été mentionnée. En supposant qu'un revêtement conducteur satisfaisant ait été installé il reste encore à inclure le personnel dans le circuit au moyen de semelles conductrices d'électricité statique et le matériel et les meubles au moyen de dispositifs de mise à la terre tels que roulettes, pieds métalliques ou chaînes - tous ces dispositifs étant conducteurs d'électricité statique.

Au cours des ans on a mis au point toute une série de souliers conducteurs de l'électricité statique. Les souliers qui ont des semelles conductrices sont sûrs mais ils sont difficiles à stériliser. Les dispositifs qui servent de contact à la terre et qui sont attachés aux chaussures sont facilement endommagés et souvent ils ne restent pas conducteurs à cause d'une accumulation de crasse. Il semble que la solution la plus satisfaisante au problème se trouve dans l'emploi de bottes conductrices d'électricité statique qui peuvent établir des contacts avec la cheville de celui qui les porte au moyen d'une bande conductrice de plastique ou de caoutchouc ou par l'intermédiaire de la semelle de la botte avec le revêtement de sol. Ces bottes peuvent être nettoyées ou stérilisées et portées au-dessus des chaussures ordinaires. Quelles que soient les chaussures conductrices employées il faut les mettre à l'essai chaque fois qu'on en a besoin pour s'assurer que leur conductivité électrique est suffisante.

Les dispositifs employés pour établir le contact entre les appareils et les meubles et les revêtements conducteurs, qu'il s'agisse de roulettes, de pieds métalliques ou de chaînes doivent être maintenus propres et on doit les vérifier afin de s'assurer qu'ils complètent vraiment le circuit électrique. Cette vérification n'est possible qu'au moyen d'inspections et d'essais réguliers. Ces essais peuvent être facilement effectués en plaçant une électrode (du type employé pour faire les essais de revêtements) sur la partie métallique des meubles ou des équipements et une autre électrode sur le revêtement conducteur d'électricité statique. De

cette façon, aussi bien les appareils que les revêtements peuvent être vérifiés en une seule opération. En vérifiant une machine anesthésique une électrode peut être placée sur le masque de la machine et l'autre sur le revêtement de sol. On doit se servir d'un ohmmètre pour mettre à l'essai à la fois le revêtement de sol et les chaussures. Les spécifications pour les électrodes et les compteurs d'essais sont données dans divers codes.

### **Exigences de sécurité dans les nouveaux et dans les anciens hôpitaux**

Lorsque la sécurité est en jeu il ne devrait pas y avoir deux séries de normes, à savoir celles qui concernent les nouveaux hôpitaux (lesquels doivent maintenant répondre aux exigences de sécurité inscrites dans les codes à l'égard des installations électriques et des contrôles hygrométriques et électrostatiques) et celles des anciens hôpitaux construits avant que les nouvelles normes soient définies. Il faut que tous les hôpitaux soient assujettis aux mêmes règlements. Maintenant que des règlements précis ont été inclus dans les codes il convient au personnel administratif des hôpitaux ainsi qu'aux divers échelons gouvernementaux - municipaux, provinciaux et fédéraux - de veiller à ce que ces normes soient appliquées dans tous les hôpitaux, dès que possible.

*Contrôle hygrométrique* - Le maintien d'une forte humidité dans les salles d'opération présente des problèmes pour l'architecte dans un climat hivernal aussi sévère que celui du Canada. Non seulement les murs doivent-ils être isolés pour empêcher la condensation mais des coupe-vapeur adéquats doivent également être installés pour empêcher les excédents d'eau de s'accumuler dans les murs et de provoquer des dommages par le gel. Les fenêtres présentent le plus grand problème dû à la condensation; une solution serait de les éliminer complètement des salles d'opération. Ces problèmes devraient être résolus lors de l'établissement des plans des nouveaux hôpitaux mais dans les anciens hôpitaux la solution peut exiger des modifications considérables.

*Entretien des salles d'opération et de leurs équipements* - Lorsqu'on passe en revue les divers moyens qui existent pour éliminer les dangers d'incendie et d'explosion il faut souligner l'importance de l'entretien. Pour que l'entretien soit parfait il est nécessaire de procéder à des inspections fréquentes et à des essais selon un programme bien établi. Une personne responsable doit s'assurer que toutes les mesures de précaution ont été prises et le personnel administratif des hôpitaux doit veiller à l'organisation des inspections et des essais nécessaires.

*Education et formation* - Il revient au personnel administratif d'organiser un programme d'instruction au moyen d'affiches, de panneaux, de conférences ou de démonstrations pour ce qui est du maniement et de l'emploi des gaz anesthésiques et de l'oxygène. Tous les efforts accomplis pour concevoir et construire des équipements et des moyens sûrs peuvent être annulés par un seul acte de négligence. La sécurité est comme une chaîne dont la force ne dépasse jamais celle du maillon le plus faible.